

مستقبل الطاقة

د. / عصام خليل

مدير التحرير : أحمد أمين

رئيس التحرير : د. أحمد شوقي



سلسلة غير دورية تعنى بتقديم الإجهادات الفكرية والعلمية ذات التوجه المستقبلي



المكتبة الأكاديمية

كراسات مستقبلية

سلسلة غير دوية تصدرها المكتبة الأكاديمية تعنى
بتقديم الاجتهادات الفكرية والعلمية ذات التوجه المستقبلى

رئيس التحرير أ.د. أحمد شوقي مدير التحرير أ. أحمد أمين

المراسلات : المكتبة الأكاديمية

١٢١ ش التحرير الدقى - القاهرة - ت : ٣٤٨٥٢٨٢ - فاكس : ٣٤٩١٨٩٠



مستقبل الطاقة

كراسات مستقبلية

سلسلة غير دوية تصدرها المكتبة الأكاديمية تعنى

بتقديم الاجتهادات الفكرية والعلمية ذات التوجه المستقبلى

رئيس التحرير أ.د. أحمد شوقى مدير التحرير أ. أحمد أمين

المراسلات : المكتبة الأكاديمية

١٢١ ش التحرير الدقى - القاهرة - ت : ٣٤٨٥٢٨٢ - فاكس : ٣٤٩١٨٩٠

مستقبل الطاقة

مستقبل الطاقة

ENERGY FUTURE

تأليف

أ.د. عصام الدين خليل حسن

أستاذ الطاقة

كلية الهندسة - جامعة القاهرة - القاهرة



الناشر

المكتبة الأكاديمية

١٩٩٩

تزايدت فى السنوات الأخيرة ، عمليات إصدار كراسات تعالج فى مقال تفصيلى طويل (Monograph) موضوعاً فكرياً أو علمياً هاماً . وتتميز هذه الكراسات بالقدرة على متابعة طوفان الاتجاهات والمعارف الجديدة ، فى عصر يكاد أن يحظى باتفاق الجميع على تسميته بعصر المعلومات .

تعتمد هذه الميزة على صغر حجم الكراسات نسبياً بالمقارنة بالكتب ، وتركيز المعالجة وتماسك المنهج والإطار . ولأهمية الدراسات المستقبلية فى هذه الفترة التى تشهد تشكلاً متسارعاً للملامح عالم جديد ، سعدت بموافقة المكتبة الأكاديمية وحماسة مديرها العزيز الأستاذ / أحمد أمين لإصدار « كراسات مستقبلية » كسلسلة غير دورية مع تشريفى برئاسة تحريرها .

والملامح العامة لهذه السلسلة ، التى تفتح أبوابها لكل المفكرين والباحثين العرب ، تلخص فى النقاط التالية :

انطلاق المعالجة من توجه مستقبلى واضح (Future-oriented) أى أن يكون المستقبل هو الإطار المرجعى للمعالجة ، حيث يستحيل استعادة الماضى ، ويعانى الحاضر من التقادم المتسارع بمعدل لم نشهده البشرية من قبل .

الالتزام بمنهج علمى واضح يتجاوز كافة أشكال الجمود الإيديولوجى ، مع رجاء ألا تتعارض صرامة المنهج مع تيسير المادة وجاذبية العرض .

الابتكارية Creativity المطلوبة فى الفكر والفعل معاً ، فى زمان صارت النصيحة الذهبية التى تقدم فيه للأفراد والمؤسسات : *Innovate or evaporate* !!

الإلمام العام بمنجزات الثورة العلمية والتكنولوجية ، التى تعد قوة الدفع الرئيسية فى تشكيل العالم ، مع استيعاب تفاعلها مع الجديد فى العلوم الاجتماعية والإنسانية، من منطلق الإيمان بوحدة المعرفة .

مقارنة الموضوعات المختلفة سواء أكانت علمية أو فكرية مؤلفة أو مترجمة ، من منظور التنمية الشاملة والموصولة أو المستدامة Comprehensive and Sustainable Development ، التى تتعامل مع الإنسان كجزء من منظومة الكوكب ، بل والكون كله .

كراسات هذه السلسلة تستهدف تقديم رؤيتنا لمستقبل العالم من منطلق الإدراك الواعى لأهمية التنوع الثقافى ، التى لا تقل عن أهمية التنوع البيولوجى الذى يحتفى به أدبيات التنمية الموصولة . إننا نقدم رؤيتنا كمصريين وعرب ومسلمين وجنوبيين للبشرية كلها دون ذوبان أو عزلة ، فكلاهما مدمر ومستحيل .

هذه الكراسة :

تطرح رؤية مؤلفها الدكتور عصام الدين خليل ، الأستاذ بكلية الهندسة ، جامعة القاهرة في موضوع من أهم الموضوعات المستقبلية . وللدكتور عصام كتاب مبسط عن تكنولوجيا الليزر ، وثلاثة كتب بالإنجليزية عن محطات القوى والأفران ومبادئ الاحتراق ، وقد ترجم أحدهم إلى الصينية . هذا بالإضافة إلى المشاركة في تأليف كتابين عن انتقال الحرارة في الأفران ومعدات هندسة القوى . وقد حصل المؤلف على جائزة الدولة التشجيعية عام ١٩٨٠ .

والدكتور عصام الدين خليل ذو رؤية واقعية ، تجعله يركز على المستقبل المنظور، وعلى ما هو متاح فعلاً أمام البشر من إمكانيات وموارد وفرص لإدارتهما ؛ لذلك لن نجد الكثير عن حلم الطاقة النظيفة غير المحدودة ، الناجمة عن الاندماج النووي مثلاً. ومع زيادة التأكيد على صعوبة الاستشراق بعيد المدى ، لا يمكن أن نستبعد المدخل الواقعي في سيناريوهات المستقبل . إن هذه الكراسة يمكن أن توصف بثقة بأنها « علمية / مستقبلية » وواقعية أيضاً لا تهمل التاريخ ، في حديثها عن الحاضر والمستقبل . وهي مطروحة للقارئ المهتم بالطاقة بجانب المتخصص ، الذي يثريها بالحوار ، أو بكراسة أخرى تبحر بنا إلى المستقبل الأبعد ، وفي كل خير .

احمد شوقي

الصفحة

٩	الفصل الأول : تعريفات
١٢	الفصل الثانى : مصادر الطاقة المختلفة
١٧	الفصل الثالث : تحويل الطاقة واستغلالها
٢٨	الفصل الرابع : تطبيقات استخدامات الطاقة
٤٣	الفصل الخامس : الطاقة وتلوث البيئة
٤٨	الفصل السادس : اقتصاديات الطاقة
٥٢	الفصل السابع : ترشيد الطاقة كمصدر مهم للطاقة
٦٢	الفصل الثامن : النظام المحاسنى للطاقة
٦٤	الفصل التاسع : الطاقات البديلة
٦٥	الفصل العاشر : توجهات مستقبلية
٦٧	المراجع

الفصل الأول

تعريفات

طبيعة الطاقة

Nature of Energy

إن نظرة عابرة للطبيعة من حولنا تظهر لنا بعض الأمثلة لاستغلال الطاقة وهي القدرة على الشغل . إن القدرة على تحريك الأشياء والأجسام وإحداث تغيير في حالة المواد ، مثل : الحركة وتسخين الأجسام الباردة وإضاءة الأماكن المظلمة . ومن الأمثلة العديدة البسيطة من حولنا نرى :

أن الشمس نضئ وتسخن الأرض التي نعيش عليها .

وأن الرياح تتسبب في حركة الأشجار والنباتات وانثائهما .

وأن المياه تنحدر في الأراضي المرتفعة إلى السهول المنخفضة بسرعة كبيرة مدمرة تجرف كل شيء أمامها أو تتحرك ببطء شديد .

وأن الإنسان يبذل طاقة في القفز والجري وجذب الأجسام .

وتظهر تأثيرات الطاقة على البيئة والمجتمع في الأمثلة الأولية التالية :

١ - الطاقة من الشمس تختزن في النباتات والفاكهة ويستغلها الإنسان كغذاء وفي بعض الأحيان كوقود .

٢ - تتكون السحب من قطرات مياه تجتذب إلى الهواء الجوى بفعل حركة الشمس .

ويمكن تقسيم الطاقة الأولية إلى : طاقة حركية وطاقة موضعية ، أما الطاقة الحركية فهي الناتجة من حركة الأجسام واختلاف السرعات بين نقطتي البداية والنهاية .

وأما الطاقة الموضعية فهي في حالة سكون وتخزين في انتظار استغلالها . ومثال ذلك فوق المنسوب للمياه أعلى الجبال وفي الوديان حيث يمكن استغلال الطاقة الموضعية للمياه أعلى الجبال في الحصول على طاقة حركية دورانية نتيجة سقوط المياه من المستوى الأعلى إلى المستوى الأسفل .

الانواع الأولية للطاقة:

١) طاقة الضوء Light Energy

٢) الطاقة الحرارية Heat Energy

٣) الطاقة الميكانيكية Mechanical Energy

٤) الطاقة الكيميائية Chemical Energy

Electrical Energy الطاقة الكهربائية (٥)

Nuclear Energy الطاقة النووية (٦)

الطاقة الحرارية

Heat Energy

وتعتمد فى الأساس على طاقة الإشعاع الكهرومغناطيسى كما فى الطاقة الضوئية فنحن عندما نجلس بجوار نار مشتعلة من مدفأة نجد من الطاقة : الطاقة الضوئية فى صورة ضوء والطاقة الحرارية فى صورة حرارة منبعثة .

وكما سبق أن أشرنا فإن الضوء ينتقل عن طريق الإشعاع فقط . ونجد أن الحرارة تنتقل من موقع إلى آخر بأسلوب من الأساليب الثلاثة التالية :

١ - الإشعاع الحرارى : (Thermal Radiation) ويعتمد على إشعاع موجات حرارية ذات مستويات مختلفة من الطاقة عند درجات حرارة مختلفة .

٢ - الحمل الحرارى : Convection وينتج عن حركة المائع وتنتقل الحرارة نتيجة انتقال دوران وسريان المائع أو الهواء الساخن وتستمر هذه الحركة الدوامية إلى أن يستقر الجميع فى درجة حرارة واحدة متساوية .

ومثال : تسخين مياه فى قارورة يوضح لنا أن المياه الباردة تتحرك إلى أسفل لأنها صاحبة الكثافة الأعلى على حين تتحرك المياه الساخنة إلى أعلى ويخل محلها المياه الباردة .

٣ - التوصيل الحرارى : Conduction وفيه تنتقل الحرارة بالتأثير الجزيئى حيث تتحرك الجزيئات الساخنة بسرعة كبيرة وتصطدم ببعضها وتندفع الجزيئات الساخنة إلى تلك الجزيئات الباردة ويتم تبادل الحرارة معها وامتصاص جزء من سرعة حركتها ويتم تكرار هذا الفعل إلى أن تصبح جميع الجزيئات عند ذات درجة الحرارة .

الطاقة الكيميائية

Chemical Energy

جزيئات العديد من المواد تحتوى على الطاقة الكيميائية فالنباتات النامية تجمع الطاقة من أشعة الشمس وثانى أكسيد الكربون من الهواء المحيط والمواد العضوية والمياه من التربة ويقوم النبات بتجميع هذه الطاقة وتحويلها كيميائياً إلى جزيئات جديدة تكون لب النبات ولحاءه . وهذه الطاقة المختزنة تتحرر عند حرق النبات . فمثلاً عند حرق الخشب تنتج كميات كبيرة من الطاقة الحرارية التى يمكن استغلالها لإدارة آلة حرارية لتوليد الطاقة الميكانيكية ، كما سيرد تفصيلاً فيما بعد .

وهذا الاحتراق يعيد ترتيب الجزيئات ويتسبب فى تحرر الطاقة والضوء فى صورة طاقة إشعاعية والبقايا المتخلفة ؛ فهى إحدى القضايا المهمة التى سنوليها اهتماماً فى فصل آخر كملوثات للبيئة . ويعتبر البنزول والزيت والغاز الطبيعى أمثلة أخرى من الطاقة الكيميائية المختزنة .

الطاقة الميكانيكية

Mechanical Energy

وهي شكل من أشكال الطاقة وهي التي نعتقد ببساطة أنها المسئولة عن بذل الشغل : يستخدم هذا اللفظ للاستدلال على الطاقة الحركية المستغلة Harnessed Kinetic Energy فجميع الأجسام التي تتحرك تبذل طاقة ميكانيكية ؛ كي تغلب على المقاومة التي تحارل الأجسام بها أن تبقى في حالة حركة ، وهي ما تلقب عادة بالقدر الذائبة Inertia .

الطاقة الكهربائية

Electrical Energy

وهي الطاقة التي تنتج عنها تنجذب الجزيئات السالبة إلى الجزيئات الموجبة الشحنة وتسمى الجزيئات سالبة الشحنة بالإلكترونات Electrons بينما تسمى الجزيئات موجبة الشحنة بالبروتونات Protons . ويسبب التجاذب بينهما سريان الطاقة ، وهذا السريان يمكن أن يحدث ضوءاً إذا مر خلال سلك رفيع من مواد قابلة للتوهج كما في المصابيح الكهربائية .

كذلك يمكن أن يسبب هذا الفيض الكهربائي في محرك كهربائي إدارة الجزء الدوار Rotor وبالتالي دوران الماكينة .

الطاقة النووية

Nuclear Energy

وهي الطاقة المتحررة في بعض الذرات عند انشطارها وهذه الطاقة المتحررة يمكن استخدامها في التفجيرات مثل : القنبلة الهيدروجينية مثلاً أو يمكن التحكم في الطاقة المتحررة وتوجيهها إلى تسخين مياه في مرجل بخارى تستخدم لإدارة توربين بخارى في محطة توليد كهرباء .

الفصل الثانى

مصادر الطاقة المختلفة

تتنوع مصادر الطاقة المتاحة على وجه الأرض ، ويمكن تقسيم هذه المصادر إلى أنواع : الوقود الحفري والوقود النووى والطاقة المتجددة .

يمكن تقسيم الوقود الحفري إلى المصادر التالية :

١ - أنواع الوقود الحفري :

أولاً : الفحم ، ويوجد فى باطن الأرض فى صورة طبقات تكونت عبر الزمن ، وتختلف جودة الفحم من منطقة إلى أخرى ، حسب تكوينه الكيميائى ، ونسب الشوائب والمواد القابلة للاشتعال فيه ، والمواد المتطايرة منه .

ويقدر المخزون من مصادر الفحم بمختلف أنواعه من العالم كله بحوالى ١٣١٠ طن فحم معادل ، ويقدر الاحتياطى المتاح اقتصاديا حاليا بطرق التنجيم المعروفة بحوالى ٧٠٠ بليون طن فحم معادل .

ويتكون الفحم بنسب متفاوتة من : كربون ، وكبريت ، وإسفلت ، ورواسب ، وأكثر الفحم يوجد فى صور مختلفة ، فمنه المطحون ، والمقطع ومنه فحم الكوك والنواعم الأخرى .

ثانياً : البترول Petroleum :

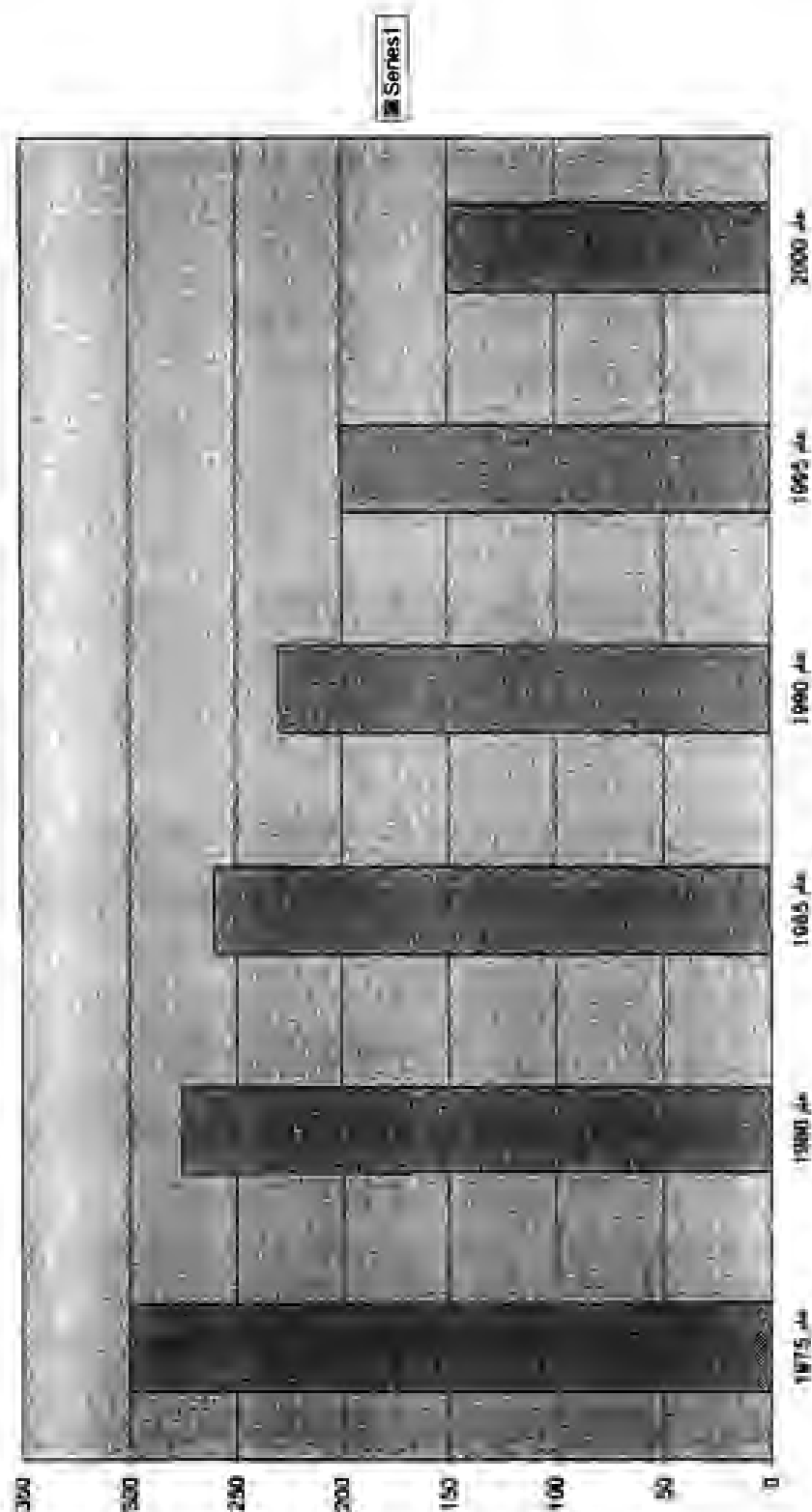
ويوجد فى طبقات متعددة داخل باطن الأرض ، والبحار وبعد المخزون الحقيقى للبترول من الأسرار الاستراتيجية العالمية والتى تؤثر على اقتصاديات العالم . ومنذ حرب ١٩٧٣ والدول المصدرة للبترول تتخذ سياسة إنتاجية محددة ، حتى لا يتم معها إغراق الأسواق ، للمحافظة على الأسعار . ويتوقف ذلك ، بالتأكيد ، على معدلات الاستكشافات البترولية الجديدة ، وعلى الطرق المستخدمة للاستخدام المكثف للبترول ، وترشيد استخدامه فى الصناعات البتروكيميائية .

ويتباين المخزون المتاح من البترول من عام إلى آخر ، وينخفض مع الزيادة المطردة فى استخدامه فى دول العالم الثالث ، حيث انخفض المعدل على النحو الموضح فى شكل (٢ - ١) .

ثالثاً : الغاز الطبيعى Natural Gas :

وتقدر مصادر الغاز الطبيعى بحوالى ٣٠ × ١٣١٠ متر مكعب عام ١٩٨٠ تتناقص إلى ١٦ × ١٣١٠ متر مكعب عام ٢٠٠٠ ، ويتروح معدل الإنتاج السنوى من الغاز المتوقع عام ٢٠٠٠ بحوالى ٤ × ١٣١٠ متر مكعب ويختلف التكوين الكيميائى للغاز الطبيعى من منطقة إلى أخرى ، وهو فى المتوسط :

المطوون فقنقور للبوراك في العلم باقوان طن



ميثان	٨٠ إلى ٩٠ ٪
غازات بترولية	٦ إلى ٧ ٪
نيتروجين	١٤ إلى ٣ ٪

٢ - خواص الوقود الحفري

Fossil Fuel Properties

يمتاز الوقود الغازي بعدة صفات أساسية منها : سهولة الخلط مع الهواء الجوي ، وبالتالي إتمام التفاعل الكيميائي ، حيث أن وجود الوقود الغازي ، واختلاطه مع الهواء اللازم للاحتراق ، يتم على المستويات الجزيئية ، ولا يتطلب أى تدوير ، مثل الوقود السائل ، أو معالجة خاصة مثل الفحم .

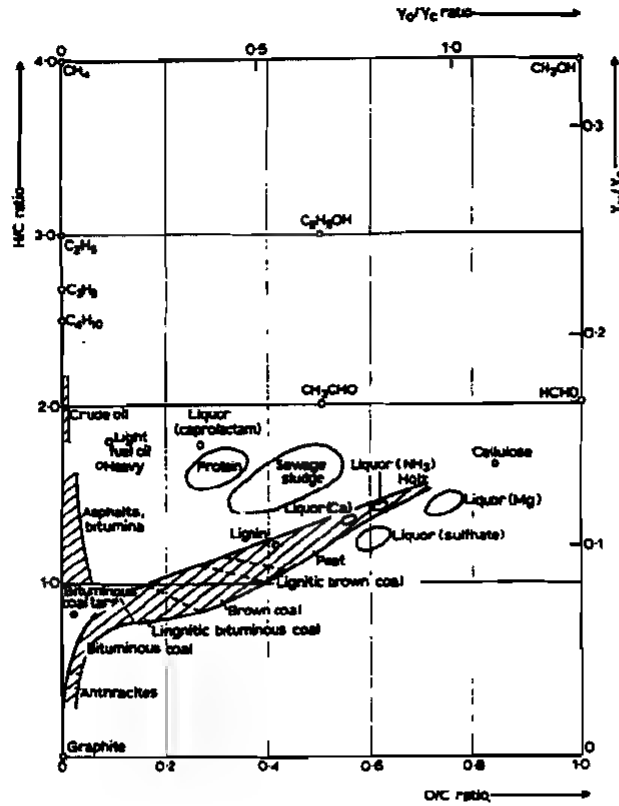
ويتمتع الوقود الغازي بعدة صفات أخرى منها : صغر كشافته ، وانخفاض نسبة الكربون به ك يد ، بالمقارنة مع الوقود السائل ، والذي يمثل في المتوسط التركيب الكيميائي ك_{٢٠}ن_٢ حيث ن تتراوح بين ١٢ - ١٦ فمثلاً الكيروسين تركيبه ك_{١٢}ن_٢ مما يعنى وجود أكبر للكربون يزيد من كشافته ، ومن إمكانية عدم احتراقه احتراقاً كاملاً ، وتكون أول أكسيد الكربون ، وخروج كربون آخر فى صورة «سناج» . أما الوقود الصلب فتركيبه الكيميائي هو ك كربون فقط ولا توجد جزيئات هيدروجين وبالتالي فالجزيء ثقيل والنرات متجاورة ، والكثافة مرفعة نسبياً « انظر الشكل الذى يمثل دورة وقود الهيدروكربون فى الطبيعة » .

وتحدد المواصفات العالمية والإماميات القياسية التوصيف العلمى الكيميائي والطبيعى للأنواع المختلفة من الوقود الحفري مع تبويب طرق القياس ، وتحديد الخواص الفيزيائية والكيميائية ، ودرجات الاشتعال ، والقيمة الحرارية ، والحرارة النوعية ، والنسب الأصولية للتفاعل ، بالإضافة إلى المعادلات الكيميائية لسير التفاعل من وقود + هواء ← عوادم احتراق

طاقة وقود + هواء (النسبة الأصولية) - غازات عوادم احتراق + طاقة حرارية منطلقة يتم استخدام الوقود النووي معدن (اليورانيوم) بـ٣٣ فى المفاعلات النووية، حيث يؤدى اصطدام النيوترونات المنطلقة مع أقطاب اليورانيوم داخل المفاعل النووى ، إلى إنتاج طاقة حرارية طبقاً لقانون أينشتاين ، وهذه الطاقة يتم امتصاصها بواسطة تبريد قلب المفاعل بالمياه المضغوطة ، حيث ترتفع درجة حرارة المحتوى الحرارى لهذا المائع ، ويتم استخدام هذه الطاقة فى تسخين مياه الدورة الحرارية التقليدية ، وإنتاج بخار مشبع يدفع خلال التوربينات البخارية ، لإنتاج الطاقة الدورانية إلى المحركات الكهربائية ، لتوليد الكهرباء .

٢ - الوقود النووى

Nuclear Fuel



مخطط يمثل دورة وقود الهيدروكربون في الطبيعة .

ونلاحظ هنا وجود دائرة ابتدائية لتبريد المفاعل النووي حيث تكون المكونات داخل دائرة الإشعاع النووي ، ثم يتم انتقال الحرارة مع دائرة حرارية أخرى ثانوية غير مشعة ، يتم خلالها دفع المياه الباردة إلى المرجل البخاري الذي يدار بحرارة المفاعل .. ويتم تسلسل الإجراءات الحرارية من إضافة الحرارة ، وبذل الشغل ، وطرد الحرارة ، ثم رفع الضغط ، كما في الدورة الحرارية البخارية التقليدية .

ما هي الطاقة المتجددة :

الطاقة المتجددة هي مجموعة من الطاقات المتوفرة في الطبيعة من حولنا ويمكن للإنسان استغلالها بصورة أو بأخرى ، وهي طاقة غير محددة وليس لها مخزون ، فهي تتجدد مثل الطاقة الشمسية ، وطاقة الرياح ، وطاقة المد والجزر ، وطاقة الأمواج ، بالإضافة إلى طاقة الغاز الحيوي ، وطاقة الوضع .

ونجد مثلاً أن الطاقة الشمسية طاقة متجددة ذات مصادر لا نهائية وغير محددة وهي طاقة في صورة حرارية ، ولا يحد من استخدامها الآن سوى العوامل التالية :

٣ - الطاقة المتجددة :

Renewable Energy

- ١ - التكلفة الاستثمارية للمعدات .
 - ٢ - اقتصاديات التشغيل الأمثل .
 - ٣ - تقنيات التشغيل ومتابعة حركة الشمس .
 - ٤ - الصيانة المستمرة للوحدات فى الأماكن الصحراوية .
 - ٥ - التكنولوجيات المساعدة مثل التبريد وتكييف الهواء .
 - ٦ - اقتصاديات إنتاج الطاقة الكهربائية .
- وهى طاقة لا تؤثر على تلوث البيئة .

الفصل الثالث

تحويل الطاقة واستغلالها

٣-١ مقدمة تاريخية :

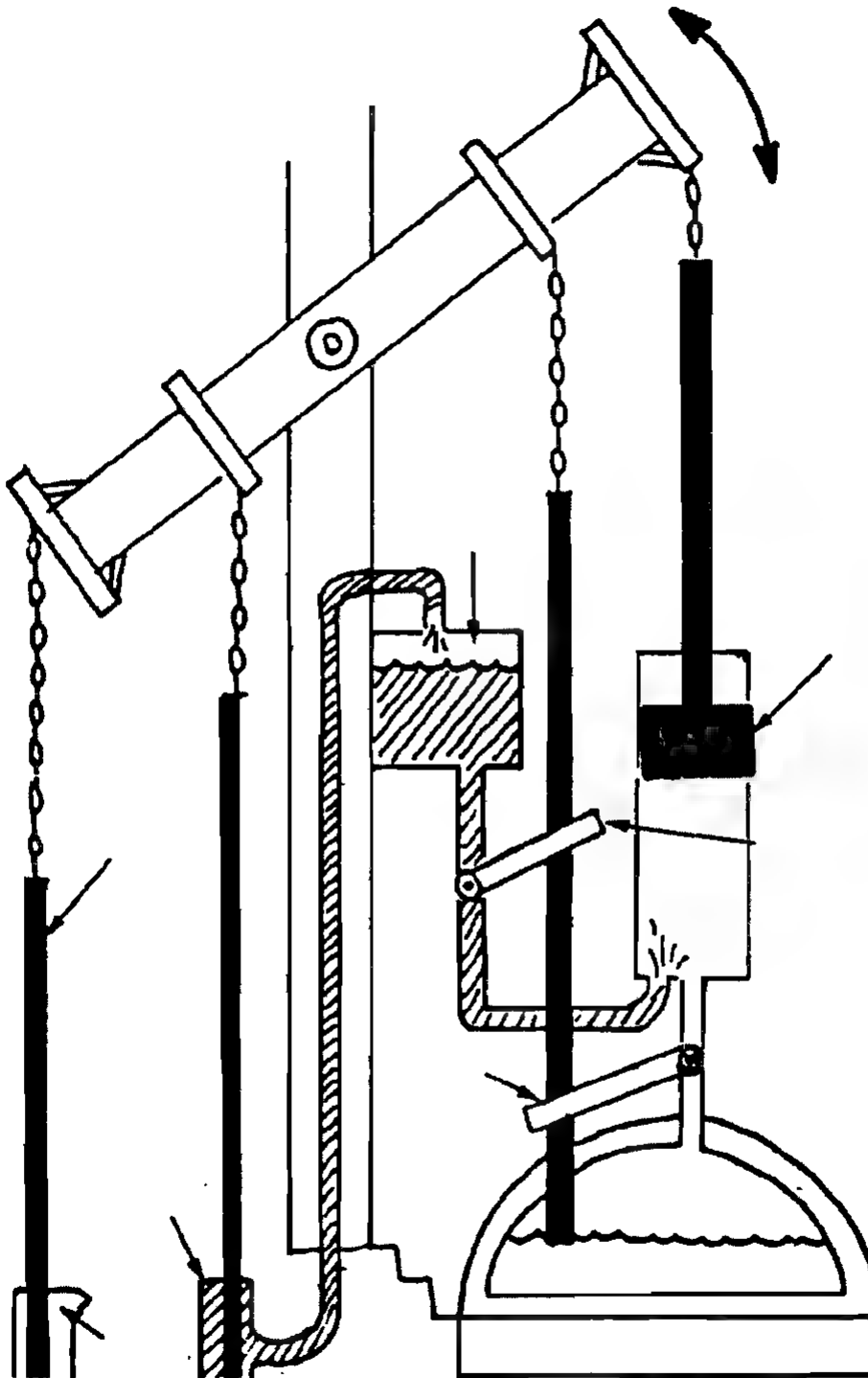
منذ آلاف السنين بدأ أجدادنا محاولات تسخير الطاقات المتاحة لخدمة المجتمع البشرى ، وقد بدأ القدماء فى استغلال حرق الخشب للحصول على مناخ دافئ مناسب ، ثم بدأ صانعو المعادن فى استخدام الحرارة فى صهر المعادن وتشكيلها . وفى فترة متأخرة من تاريخ البشرية بدئ فى استغلال الحرارة لتوليد بخار ، وإنتاج حركة وفى عام ١٣٠ قبل الميلاد قام « هيرو » العالم الرياضى والكاتب بمدينة الإسكندرية باليونان فى تصميم وتنفيذ أول آلة حرارية تقوم بتحويل الطاقة الحرارية إلى حركة دورانية ، فقد لاحظ أنه عند تسخين المياه يمكن دفعها بالبخار الناتج إلى ما يشابه الآلة البخارية شكل (٣ - ١) وينتج عن هذا الدفع دوران الآلة ، وذلك يشبه إلى حد كبير اندفاع البخار من غلاية المياه المنزلية المعروفة حيث تدفع قوة البخار المنطلق أى سطح أمامها للأمام ، مسببة حركة ، ونفذ العالم العربى « تقي الدين الراسد » فى حوالى ١٥٨٠ م آلة بخارية ماثلة ، وفى عام ١٦٩٨ أى منذ ثلاثمائة عام قام العالم البريطانى « توماس سافرى » بتصميم وبناء آلة حرارية ، تعمل بالبخار عند ضغط ١٠ جوى ، ويوضح شكل (٣ - ٢) رسما تخطيطيا لهذه الآلة بعد تعديلها ، بواسطة « توماس نيوكمن » .

وكان من الطبيعى أن تبذل محاولات لتطويع الطاقة الحرارية الموجودة فى الوقود الحفرى ، لخدمة أغراض التنمية الصناعية ، التى بدأت فى الازدهار فى هذه الفترة . وقام « جيمس وات » بتصميم وتنفيذ أول آلة بخارية ترددية ، تعتمد فى نظرية عملها على الضغط المرتفع للبخار ، الذى يتم دفعه داخل غرفة أسطوانية ، بها مكبس متحرك ، ويؤدى هذا الضغط الهائل إلى حركة هذا المكبس داخل الغرفة الأسطوانية ، وتم توصيل المكبس إلى عمود المرفق المتصل مع عمود طويل لإدارة عمود الكرنك ، وهكذا تم تحويل الحركة الترددية إلى حركة دورانية . واستغلت هذه الحركة الدورانية فى إدارة المعدات المختلفة .

ومع تطور الزمن أمكن للعلماء إنتاج المزيد من الآلات الحرارية البخارية وتطويرها ، لتحسين كفاءة عملها ، إلى أن تمكن العلماء من تصميم وإنتاج التوربينات البخارية ، وهى آلة حرارية ذات كفاءة أعلى ، لتحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية ، أمكن استخدام طاقة البخار ، أو الغازات الساخنة فى إحداث الحركة الدورانية ، من خلال دفع الغاز من نوافير صغيرة بسرعة عالية ليصطدم مع ريش



شكل (٣-١) : أول آلة حرارية صممها «هيو»، (١٣٠٠ ق.م.).



شكل (٣ - ٢) : آلة « توماس سافر » (١٦٩٨) المطورة بواسطة « توماس نيوكمن » .

التوربين مثل التصميم الموضح فى شكل (٣ - ٣) والذى يمثل رسماً كروكياً لتوربين « دى لافال » البخارى .

وآلات الاحتراق الداخلى بدأ ظهورها فى إنجلترا وأوروبا حوالى عام ١٨٠٠ وهى آلات حرارية تستخدم الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الوقود السائل ، أو الغازى . وقد بدأ عملها باستخدام وقود مكون من خليط فحم ، وغاز ، وهواء : وفى حوالى عام ١٨٦٠ تمكّن العالم الفرنسى « اتينيه لينوار » من بناء آلة احتراق داخلى ثنائية الأشواط . لم تؤد هذه الآلة إلى إنتاج قدرات دورانية كبيرة ، إلى أن ظهرت آلة أوتو الحرارية ، حوالى ١٨٧٤ فى ألمانيا ، وكانت الآلة تعمل بمبادئ الأشواط الأربعة :

الشوط الأول : سحب الخليط المكون من الهواء والوقود إلى داخل الغرفة الأسطوانية .

الشوط الثانى : ضغط الخليط .

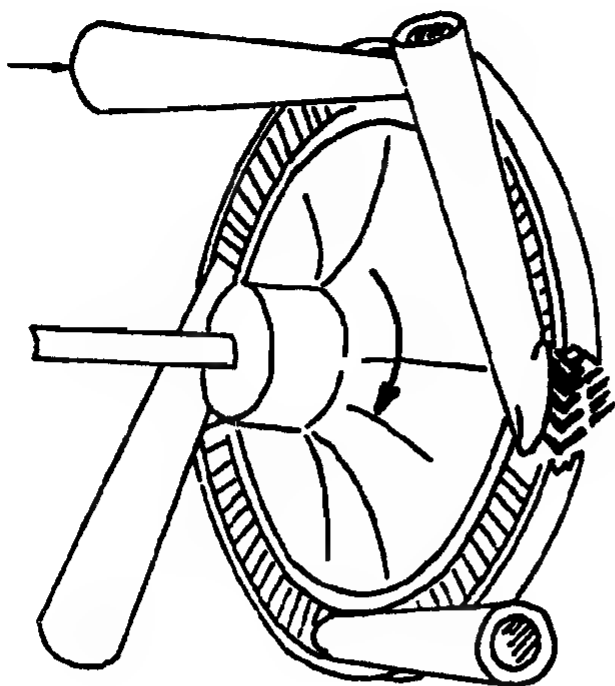
الشوط الثالث : إشعال الخليط بواسطة شرارة من ملف حثى حيث تتحدد الغازات وتبدل « شغل » مفيداً .

الشوط الرابع : طرد غازات الاحتراق من الغرفة الأسطوانية استعداداً للدورة التالية .

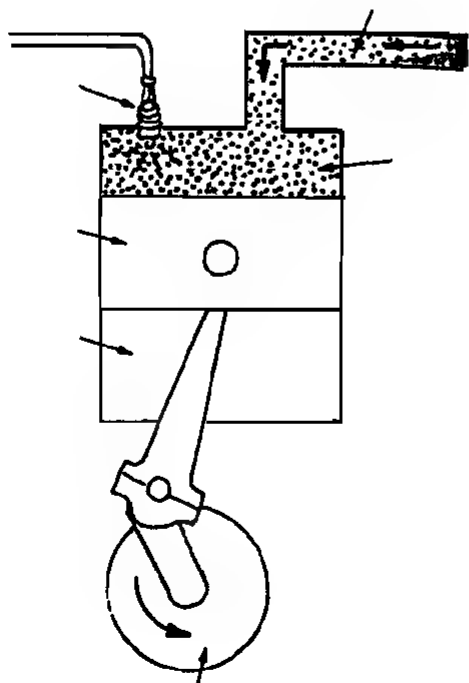
ويطلق عليها اسم دورة أوتو الرباعية شكل (٣ - ٤) .

ونمكن العالم الألمانى « جوتليب ديملر » عام ١٨٥٥ من تصميم وبناء آلة تحرق الجازولين ، ولحق به العالم « رودولف ديزل » الذى بنى أول آلة حرارية تعمل بدورة حرارية ديزل ، تستخدم حرارة الهواء المضغوط للاشتعال مع الوقود الذى يتم حقنه منفصلاً عن الهواء خلافاً لدورة أوتو التى يتم دفع خليط الهواء الوقود إليها من الكربوريتور وشكل (٣ - ٥) يوضح رسماً كروكياً لآلة ديزل .

ثم قام الإنسان فى مراحل زمنية لاحقة بمحاولات عديدة لتطوير الآلات الحرارية وتعديلها ، لتحقيق متطلباته من حيث إنتاج الطاقة بالصورة المطلوبة ، وبأعلى كفاءة للتحويل . وحيث إن الطاقة لا تخلق ولا تدمر بل تتحول فقط من صورة إلى أخرى ويتم نقل الطاقة من مادة إلى أخرى ، عندما يكون هناك فرق فى درجات الحرارة مثلما تعلمنا فى قواعد الديناميكا الحرارية . وهذه الآلات تحتاج فقط إلى مصدر للطاقة من احتراق وقود حفرى ، أو من مصادر طاقة شمسية أو نووية مثلاً ، ويتم انتقال الحرارة من خلال المائع (الغازى أو السائل) ومن المبادئ الأولية لحفظ الطاقة ، أنه يمكن تصميم آلة حرارية تستقبل طاقة حرارية عند درجات حرارة

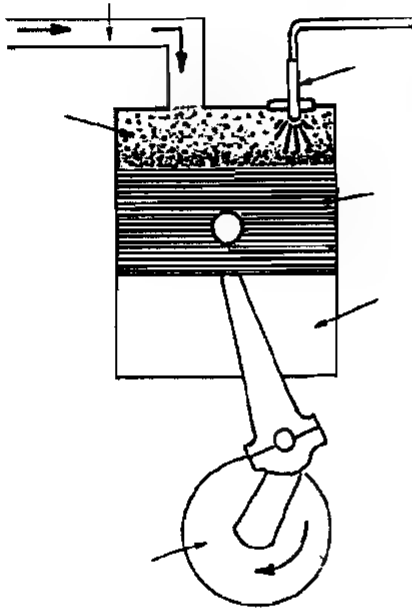


شكل (٣ - ٣) : توربين « دي لافال » البخاري



شكل (٤ - ٣) : دورة « أوتو » الرباعية

مرتفعة (حرارة مضافة) ، فتبذل شغلاً ، وتطرد حرارة عند درجة حرارة منخفضة نسبياً (حرارة مطرودة) كما هو موضح فى شكل رقم (٣ - ٦) . ومن خلال دورة إجراءات حرارية تناسب الحرارة من المصدر الساخن ، عند درجة حرارة T_1 بكمية قدرها Q_1 إلى المصب البارد عند درجة حرارة T_2 . وجزء من هذه الحرارة يتحول إلى شغل مفيد W . وكلما انخفضت درجة حرارة T_2 أو ارتفعت درجة حرارة T_1 فإن الشغل المتاح يكون أكبر ، وبالتالي كلما زاد فارق درجات الحرارة بين المصدر الحرارى الساخن والمصب البارد ، زادت إمكانية الحصول على شغل أكبر لنفس معدل سريان المائع داخل الآلة الحرارية .



شكل (٣ - ٥) آلة « رودلف دينزل »

وهناك نوعان من الدورة الحرارية إحداهما تسمى « دورة مفتوحة » Open cycle تبدأ بإضافة الحرارة Q_1 ، ثم تبذل الشغل W وتطرد الحرارة Q_2 إلى البيئة المحيطة دون إعادتها لتبدأ دورة جديدة . والأخرى تسمى « دورة حرارية مغلقة » ويتم خلالها إعادة المائع ، بعد طرد الحرارة من Q_2 إلى حالة الأصلية عند بدء الدورة ، ثم يضاف إليه الحرارة Q_1 مرة أخرى ، وهكذا . والقانون الأول للديناميكا الحرارية ينص على .

$$W = Q_1 - Q_2$$

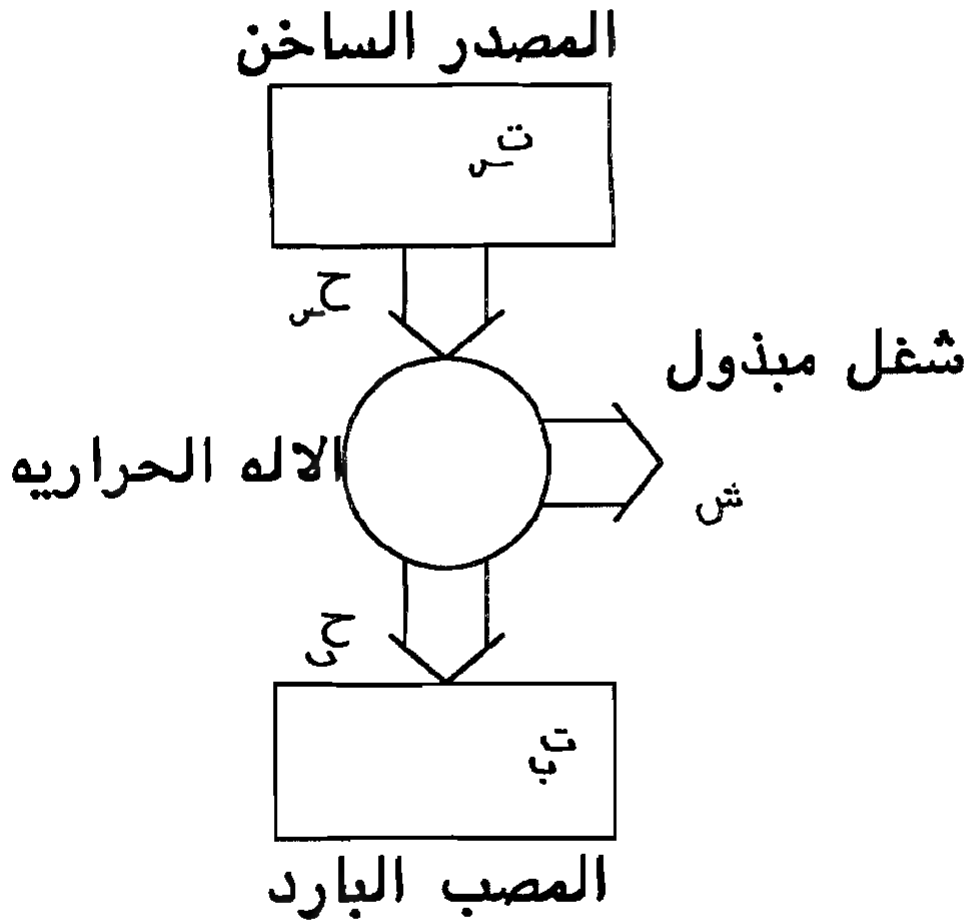
ومثال ذلك التوربينات البخارية ، حيث يكون المائع هو الماء ، والبخار يتم سريانه فى دورة مغلقة فتضاف إلى الماء الحرارة فى المراجل ، ليتحول إلى بخار ماء له طاقة

حرارية مرتفعة ، ويدفع هذا البخار من خلال زعانف التوربين البخارى ، فيتسبب فى دورانها حول محورها فتنتج طاقة دورانية كبيرة . وفى المكثف البخارى يتم طرد الحرارة حـب وتكثيف بخار الماء إلى مياه ، ويتم ضخها إلى الضغط العالى وإعادتها مرة أخرى إلى المرجل البخارى ، وهكذا .

ومن أمثلة الآلات الحرارية المهمة فى حياتنا :

أ - دورات حرارية للبخار :

١ - آلات تتبع دورة حرارية لبخار الماء (دورة رانكين) مثل تلك الآلات التى نجدها فى محطات القوى الحرارية .



شكل (٣ - ٦) : دورة الآلة الحرارية .

٢ - آلات تتبع دورة حرارية عكسية لأبخرة الفريون ووسائط التبريد مثل تلك الآلات المستخدمة فى التلاجات ، ومعدات تكييف الهواء .

ب - دورات حرارية للغاز وتنقسم إلى :

* احتراق داخلي : مثل دورة « أوتو » و « ديزل » وتستخدم في المركبات والسيارات بأنواعها .

* احتراق خارجي : مثل توربينات الغاز في الطائرات .

قام الإنسان بمحاولات متعددة لاستغلال الطاقات غير التقليدية مثل طاقة الشمس والرياح ، تخدم أغراضه الحياتية في الزراعة والصناعة .

٣ - ب تحويل الطاقة غير التقليدية :

فالأرض تستقبل : حوالي ٥٠ ٪ من الإشعاع الشمسي الساقط ، منها ٢١ ٪ من الإشعاع مباشرة و ٢٩ ٪ من الإشعاع المتبعث من خلال وجود السحب . ومن سطح الأرض تنطلق حرارة ناتجة من البخر والتوصيل الحراري خلال الجو الخارجي وتبلغ (حوالي ٣٣ ٪) والأرض تستقبل الأشعة تحت الحمراء ومعظم هذه الأشعة يتم امتصاصها من الجو ، ويعاد تشعيعها مرة أخرى إلى سطح الأرض . وتتراوح شدة الإشعاع الشمسي على سطح الأرض ما بين صفر و ١٠٥٠ وات / م^٢ ، وتعتمد شدة هذا الإشعاع على الارتفاع عن سطح البحر ، وفصول العام ، والوقت بالنهار ، ودرجة الفيلم ، والسحب ، ويوضح شكل (٣ - ٧) توزيع مصادر الإشعاع المختلفة على سطح الأرض .

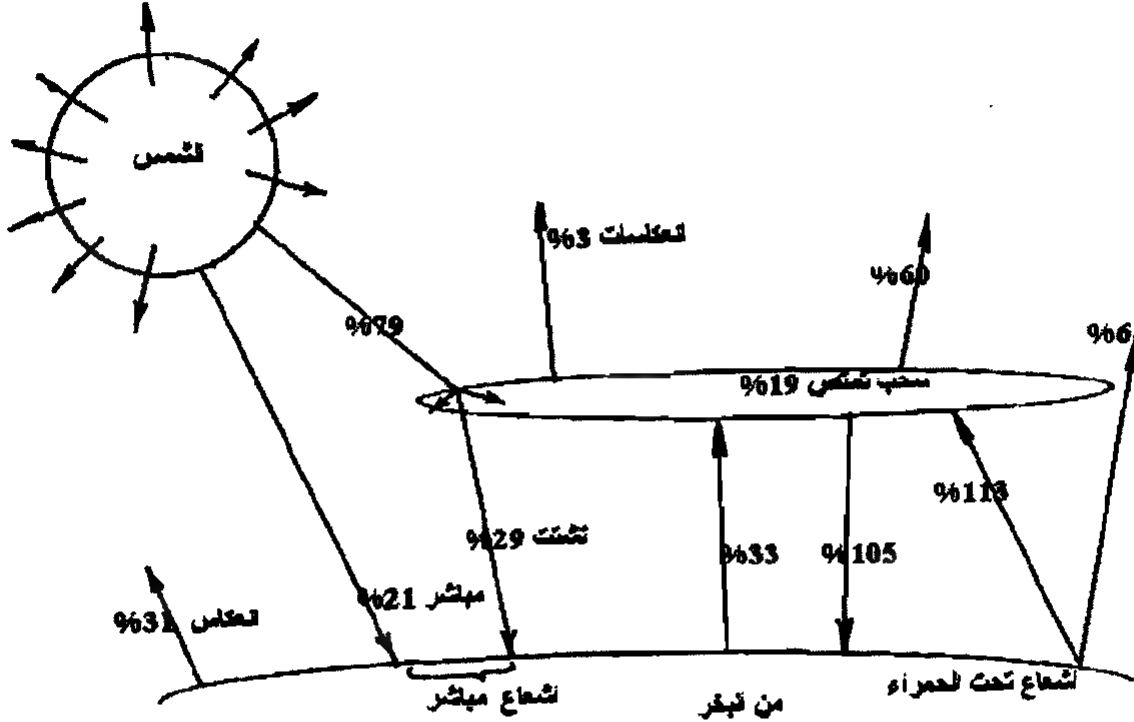
وفي مصر الحديثة أمكن عام ١٩١٢ إنشاء أول محطة توليد تعمل بالطاقة الشمسية للرى من النيل ، حيث استخدمت مجمعات شمسية لتركيز أشعة الشمس على سطح ماسورة معدنية سوداء لإنتاج البخار . وكانت القدرة العظمى المنتجة في ذلك الوقت ٥٠ كيلو وات ، وبلغت مساحة سطح المجمع الشمسي ١٢١٠ م^٢ ، وبحساب شدة الإشعاع الشمسي يمكن الوصول إلى الطاقة الشمسية القصوى المجمعة من خلال سطح الوحدة لتبلغ $1,050 \times 1210 = 1270$ كيلو وات .

وبحساب آلة حرارية بسيطة تعمل بين درجتى حرارة المصدر والمصب ١٠٠ م و ٢٠ م فإن أقصى كفاءة حرارية تكون طبقا لدورة « كارنوت الحرارية » Carnot cycle .

$$\eta = \frac{(273 + 20) - (273 + 100)}{(273 + 100)} = 21\%$$

أي أنه ، نظريا ، يمكن إنتاج طاقة دورانية (شغل مفيد) قدره ٢١ × ١٢٧٠ ÷ ١٠٠ = ٢٦٦ كيلووات

وذلك أكبر بكثير من القدرة الفعلية التي تم الحصول عليها آنذاك من المحطة الشمسية الأولى على ضفاف النيل .



شكل (٣ - ٧) : توزيع مصادر الإشعاع المختلفة على سطح الأرض

وتستخدم الطاقة الشمسية بصور مختلفة في عملية تسخين المياه وتجفيف الخضر والفاكهة . وتستخدم بصورة أقل في توليد الطاقة الكهربائية ، في الوقت الحالي نظراً لارتفاع أسعار المعدات المطلوبة ، وعدم اقتصادية الطاقة المولدة ، حيث أن هناك من المخاطر التي يجب أخذها في الاعتبار عند استخدام الطاقة الشمسية ، لتوليد طاقة دورانية وشغل مفيد :

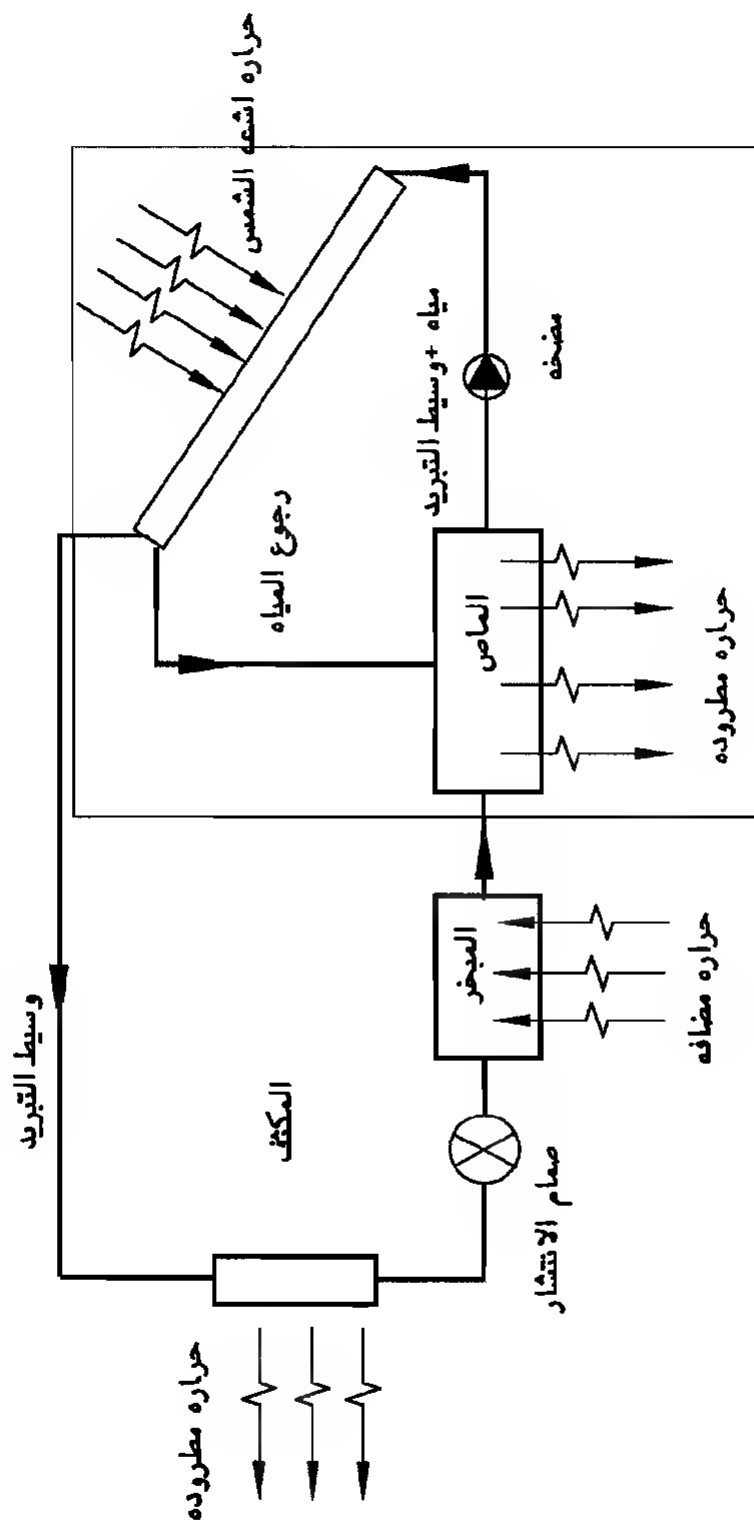
أ - المجمع الشمسي في أسطح لاحق يجب أن يتزامن في حركته مع حركة الشمس لتعظيم الإشعاع الشمسي الممتص .

ب - يتطلب الأمر استخدام أسطح تجميع شمسي ذات مساحات كبيرة نسبياً للحصول على الحرارة اللازمة ، فمثلاً للحصول على ٥٠ كيلووات مطلوب ١٣٠٠ م^٢ ، بينما للحصول على ٥٠ ميغاوات نحتاج إلى ١,٣ مليون متر^٢ ، وهي مساحة كبيرة بالمقارنة بالمطلوب لإنتاج الطاقة من المصادر التقليدية .

جـ - وجود مساحات كبيرة من أسطح التجميع الشمسى تحتاج إلى نظافة وصيانة دائمة ومستمرة ، لإزالة الأتربة والرمال ، التى تسبب فى إنقاص الطاقة الشمسية الممتصة .

وهناك استخدامات أخرى للطاقة الشمسية فى التبريد ، وهى مطلوبة فى البلاد التى تتمتع بمناخ صيفى حار مثل الصحراء العربية ، وشمال أفريقيا ، وغرب الولايات المتحدة الأمريكية . ويعتمد هذا الاستخدام على دورة حرارية عكسية مكونة من مبخر ، وضغط ، ومكثف ، وصمام انتشار . ويتم دفع وسيط التبريد فى صورة سائلة وهو عدة « الفريون » إلى المبخر عند درجة حرارة أقل من تلك المطلوب الوصول إليها داخل المكان . وتنتقل الحرارة إلى وسيط التبريد « الفريون » من المكان المطلوب تبريده ، ويتحول السائل إلى بخار « فريون » وترتفع درجة حرارة الغاز بعد رفع ضغطه فى الضاغط ، ويتم إمرار الغاز إلى المكثف ، ويتم طرد الحرارة من أسطح التكثيف ، ويعود وسيط التبريد إلى حالته السائلة مرة أخرى ، حيث يتم تمريره من خلال صمام الانتشار ، لخفض ضغطه مرة أخرى إلى ضغط البداية .

وفى حالة استخدام الطاقة الشمسية ، فإنه يتم استبدال الضاغط الميكانيكى الموجود فى الثلاجة المنزلية مثلا (باستخدام سطح امتصاص للحرارة وطللمبة سائل وسخان شمسى) وذلك مثل الموضح فى شكل (٣ - ٨) .



(شكل ٣ - ٨) : استخدام الطاقة الشمسية في التبريد .

الفصل الرابع

تطبيقات استخدامات الطاقة

فى القرن الماضى والحالى تعددت التطبيقات المختلفة للطاقة لتغطى كافة جوانب الحياة لخدمة الإنسان وتلبى جميع احتياجاته من توفير المسكن ، ووسائل النقل ، والإنتاج الصناعى والزراعى وخلافه . وتختلف استهلاكات الطاقة بين القطاعات المختلفة باختلاف المجتمع وتقدمه ومعدلات التنمية فيه ، وهذه القطاعات هى :

١ - القطاع الصناعى والإنتاجى .

٢ - القطاع الزراعى .

٣ - قطاع السكان والمنازل .

٤ - قطاع النقل .

تعتبر الصناعة من أكبر القطاعات استهلاكاً للطاقة فى صورها المختلفة وتتراوح معدلات الاستهلاك طبقاً لنوع الصناعة نفسها وتشير المعدلات العالمية السائدة الآن إلى القيم التالية ، والتى تعتمد على نوعية التكنولوجيا المستخدمة ، وكفاءة إدارة الطاقة ، وإدارة الوحدات الإنتاجية ، ونوع الإنتاج الصناعى ذاته .

٤: الطاقة والصناعة :

فمصادر الطاقة المختلفة تستخدم فى العمليات الصناعية على النحو التالى :

أ - وقود حفري (فحم - سائل - غازى) .

ب - طاقة كهربائية من شبكات الربط الكهربائى .

ج - مستلزمات إنتاج مثل :

١ - البخار .

٢ - المياه الساخنة .

٣ - الهواء المضغوط .

ومستلزمات الإنتاج تحتوى على مكونات طاقة ، حيث تم إنتاجها باستخدام المصادر الأولية للطاقة . فالبخار مثلاً يتم إنتاجه داخل مراجل بخارية تستخدم الوقود الحفري أو الكهرباء فى التشغيل . وكذلك المياه الساخنة أو الثلجة أما الهواء المضغوط فإنه يعتبر من المصادر الثانوية للطاقة المكتسبة خلال ضغط الهواء فى الضواغط الكبيرة ، والتى تدار بواسطة محركات الاحتراق الداخلى ، أو المحركات الكهربائية .

وتختلف استهلاكات الطاقة في العمليات الصناعية من منتج إلى آخر ، ويوضح الجدول رقم ٤ - ١ الطاقة المستهلكة في المتوسط ، لإعادة إنتاج طن متري من المعادن الأكثر انتشاراً وذلك في صورة نهائية .

جدول (٤ - ١)

المعدن	الطاقة (ميجاوات / طن)	الغردة
الماغنسيوم	٢٧	٧٣
الألومنيوم	١٧,٨	٧٤
الحديد	٧,٦	١١٠
النحاس	٨,٢	٢٤
الزجاج	٥,١	٨,٥
الرصاص	٣,٣	٣٥

أما إنتاج الحديد والصلب فالطاقة المطلوبة حوالي ٢٨,٥ ميجا جول / كجم منها حوالي ٣٩ ٪ في صورة الكوك و ٢٠ ٪ منها كهرباء ، كما هو موضح بالشكل رقم (٤ - ٢) .

أما إنتاج الـ Sinter كمرحلة أولى قبل الفرن العالي Blast Furnace فإن استهلاكات الطاقة منه حوالي ٣,٨ مليون كجم موزعة بين الكوك ٦٥ ٪ والكهرباء ١٣ ٪ والغاز الطبيعي حوالي ٢٢ ٪ كما هو موضح بالشكل رقم (٤ - ٣) .

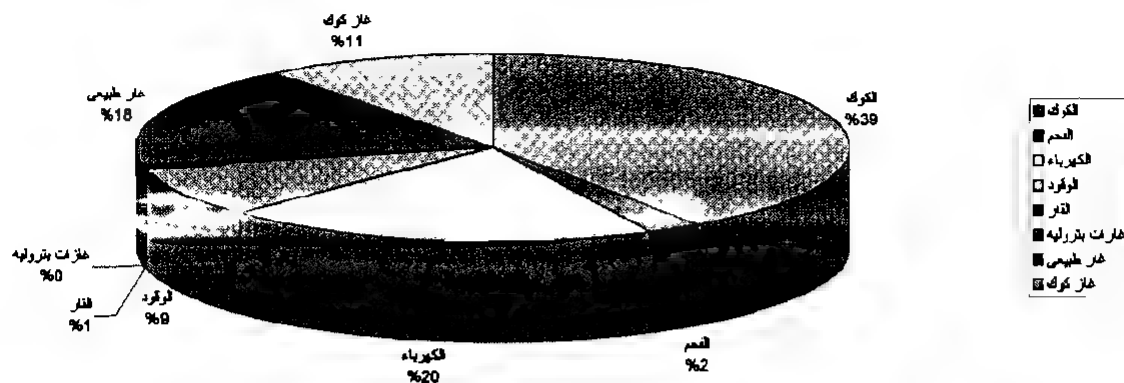
ويوضح شكل رقم (٤ - ٤) توزيعات الطاقة المستهلكة لإنتاج طن من الحديد من الفرن العالي .

٤ ب : الطاقة والزراعة :

إن استهلاك الطاقة والاحتياجات المختلفة لنظم الزراعة من الطاقة تفتح الأبواب للوقوف على مدى ارتباط الزراعة والتغذية ورفاهية الإنسان بالطاقة وتوافرها . ولقد جرت العادة في الماضي على إهمال استهلاك الطاقة في الزراعة ، غير أنه مع بداية تحديث وتطوير أساليب الزراعة والتركيب المحصولي ، أصبح لزاماً على المخطط أن يوفر القدر الكافي من الطاقة في صورها المطلوبة .

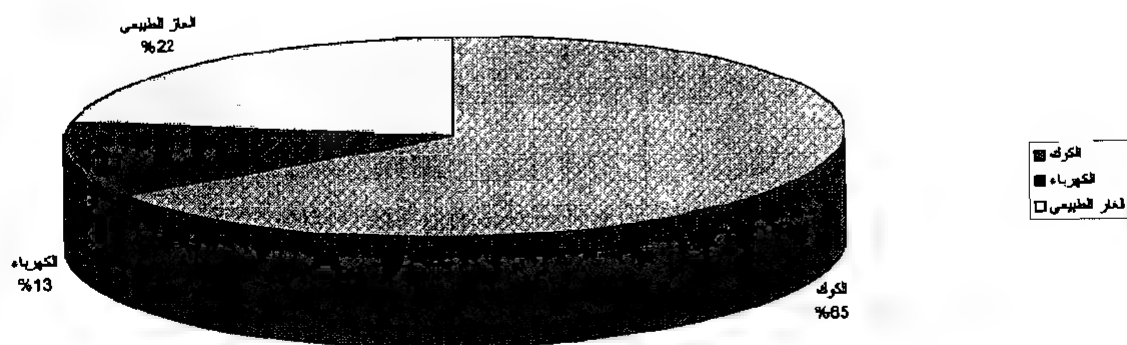


استهلاك الطاقة لإنتاج الصلب من الحديد ٢٨,٥ ميجا جول لكل طن



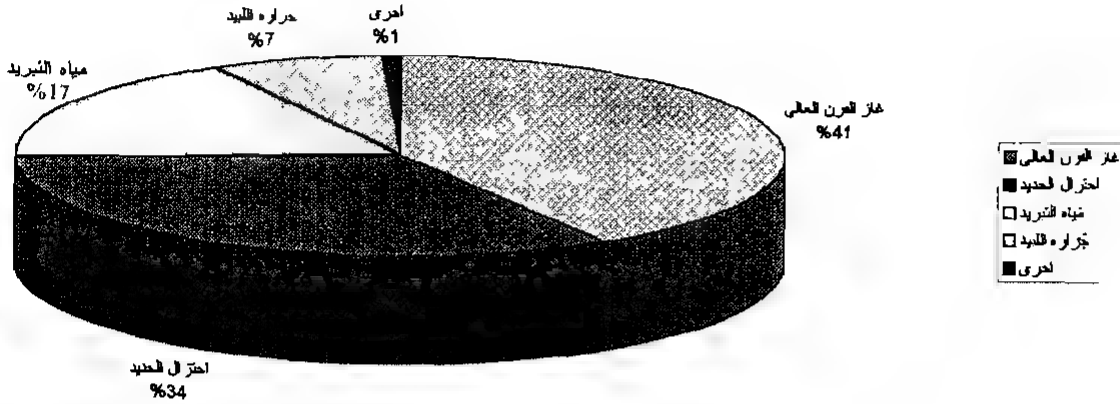
٢ - ٤

استهلاكات الطاقة لإنتاج الليد إجمالي ٣,٨ مليون جول لكل كجم



٣ - ٤

توزيع الطاقة في الحديد المنتج إجمالى ٢٠ مليون كيلوجول لكل طن



٤ - ٤

وتختلف استهلاكات الطاقة بطبيعة الأمر من محصول إلى آخر ، ومن نوع تربة إلى نوع تربة أخرى ، ومن بيئة ذات ظروف مناخية معينة ، إلى بيئة أخرى ذات ظروف مناخية مختلفة . ويمكن إيجاز العمليات الزراعية الأساسية التى تستهلك الطاقة فيما يلى :

١ - إعداد الأرض للزراعة من حرث أولى ، وحرث ثانوى ، وتسوية ، وتبطين

Plowing - Leveling & furrowing

ويوضح الشكل (٤ ب - ١) توزيع الطاقة فى إعداد الأرض الزراعية ، ونجد أن الحرث يمثل حوالى ٦١ ٪ من إجمالى الطاقة المبذولة لإعداد الأرض والطرق التقليدية للحرث تستخدم المجهود الحيوانى فى حالات قليلة ، والجرار الزراعى فى معظم الأوقات ، مما يؤكد الدور الكبير لهذه المعدة الزراعية ، وضرورة توفير أجود الأصناف والتصميمات ، مع ضمان الصيانة الدائمة لها . وتتفاوت النسب المذكورة بالرسم تفاوتاً قليلاً طبقاً لعمق الحرث ، ونوعية التربة .

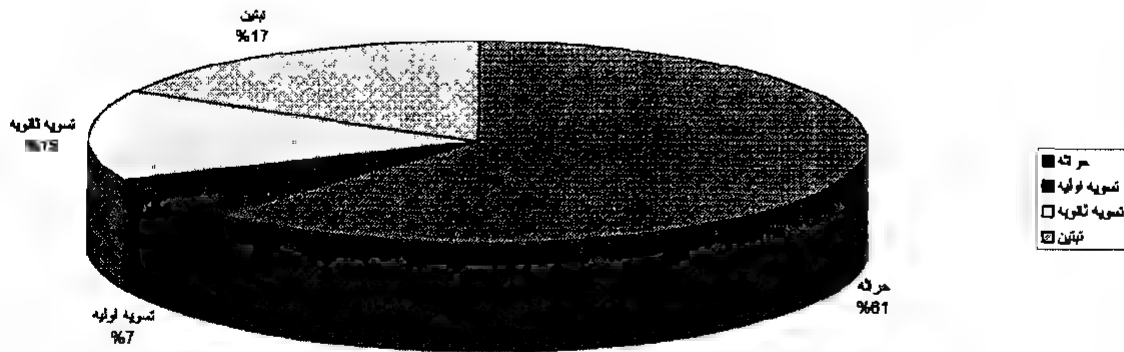
٢ - نظم الري Irrigation Systems

وهي تمثل ركنا أساسيا في استهلاكات الطاقة ، وخاصة عند استخدام وحدات ضخ المياه والساقية ، كنظام متعارف عليه ، في منطقة الشرق الأوسط .

ويوضح الشكل رقم (٤ - ب ٢) توزيعات واستهلاكات الطاقة في العمليات الزراعية المختلفة ، ومنها الري لأحد المحاصيل حيث نجد أن الري يمثل نسبة تتراوح بين ٥ ٪ إلى ٦ ٪ طبقا لنوعية التربة ... إلخ .

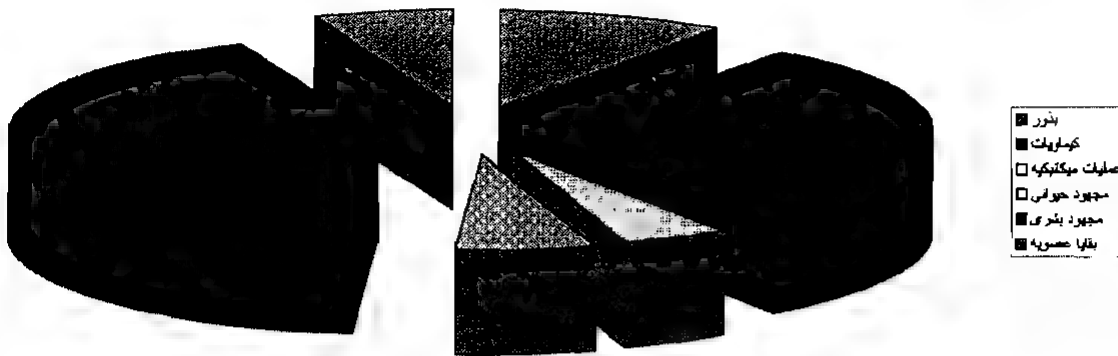
وفي شكل (٤ ب ٣) يتضح أن ميزان الطاقة للعمليات الزراعية المختلفة ، من ري ، وأسمدة ، وإعداد أرض وزراعة وحصاد وأعمال أخرى ، يظهر أن جملة الطاقة المطلوبة في حدود ٢,٢ مليون كيلو كالورى لكل فدان مزروع قمحا يعطى ١٣٠٠ كجم من القمح ٩٣ ٪ مواد جافة مع ٣٠٠٠ كجم من القش (٩٠ ٪ مواد جافة) . وهذه الكمية من الطاقة تعادل حوالى ٢٢٠ كجم من الوقود السائل أو ٠,٢٢٠ طن زيت مكافئ Ton of oil equivalent .

توزيع الطاقة في إعداد الأرض للزراعة



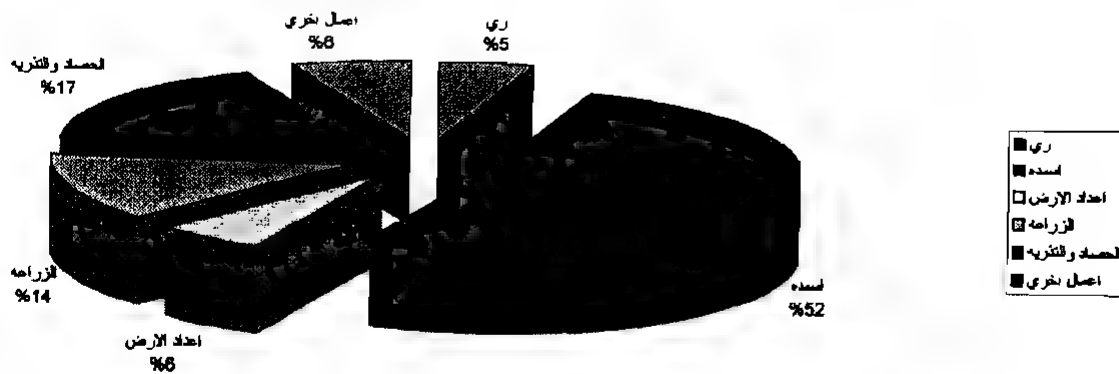
٤ ب - ١

توزيعات استهلاكات الطاقة في العمليات الزراعية المختلفة



شكل ٤ ب - ٢

متطلبات الطاقة لزراعة فدان قمح بالساقية ٢, ٢ مليون كيلو كالورى



شكل ٤ ب - ٣

ويمكن إيجاز باقى العمليات الزراعية فيما يلى :

١ - الأسمدة الكيميائية الآزوتية وخلافه .

٢ - رش المبيدات الكيميائية .

٣ - الحصاد والتذرية .

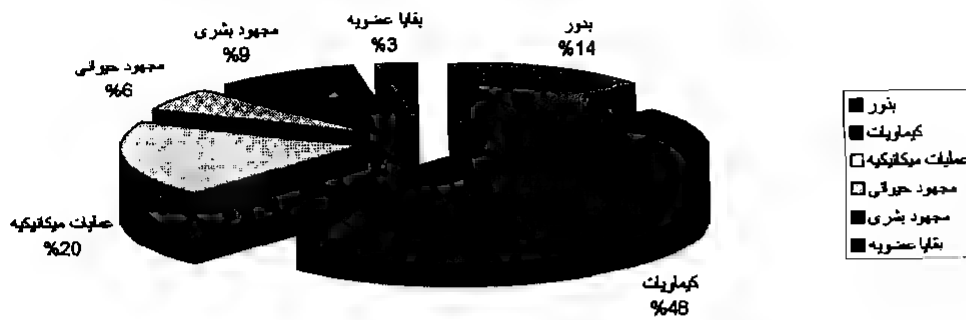
وفى شكل (٤ ب - ٤) نجد أن الأسمدة الكيميائية تمثل نسبة كبيرة من الطاقة ولا عجب !! فلإنتاج ١ كيلوجراما واحدا من الأسمدة علينا أن نستخدم كمية من الطاقة تدخل بالتالى فى حساب استهلاك الطاقة ، فى العمليات الزراعية المختلفة .

ومن خلال الدراسات السابقة على المحاصيل الرئيسية الأربعة (القمح - الذرة - البرسيم - القطن) تم التوصل إلى ميزان الطاقة لكل محصول ، عند ظروف تربة معينة وظروف مناخية وحغرافية محددة . وتوضح الأشكال (٤ ب - ٤) إلى (٤ ب - ٩) ميزان الطاقة للمحاصيل المختلفة . فلإنتاج ١٤٢٨ كجم من الذرة من الفدان الواحد مع ١٣٦٥ قوالح و ٨٤٠ كجم من القش ، فإن الطاقة المطلوبة لإتمام العمليات الزراعية هى ٤,٦٨٥ مليون كيلو كالورى ، وفى حالة استخدام ظلمبات الري تكون الطاقة المطلوبة ٤,٨٦ مليون كيلو كالورى للفدان .

وهناك تحليل آخر لاستهلاكات الطاقة بالنسبة إلى كل كجم من المحصول المنتج باستخدام الساقية فمثلا ، بالنسبة للقمح تكون الإنتاجية ٥,٥ كجم قمح لكل كيلو جرام من الزيت المكافئ Kilogram of oil Equivalent . وفى حالة الذرة تكون الإنتاجية ٣ كجم ذرة لكل كيلو جرام من الزيت المكافئ ، وفى حالة البرسيم تكون الإنتاجية أكبر ما يمكن حيث تبلغ ٤٣,٧ كجم برسيم كل كيلو جرام واحد من الزيت المكافئ .

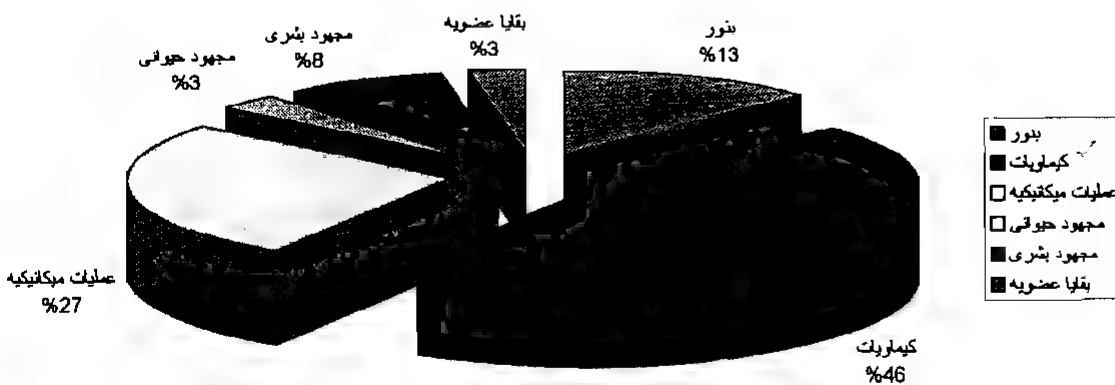
ومما سبق يتضح أن الطاقة المستهلكة فى القطاع الزراعى لا يستهان بها ، ويمكن ترشيد استخدام الطاقة فى هذا المجال ، باستخدام وسائل الميكنة الزراعية . وإتمام إجراءات الصيانة اللازمة للجرارات وظلمبات المياه .

ميزان الطاقة لإنتاج القمح (رى بالساقية) ٢ مليون كيلو كالورى / فدان



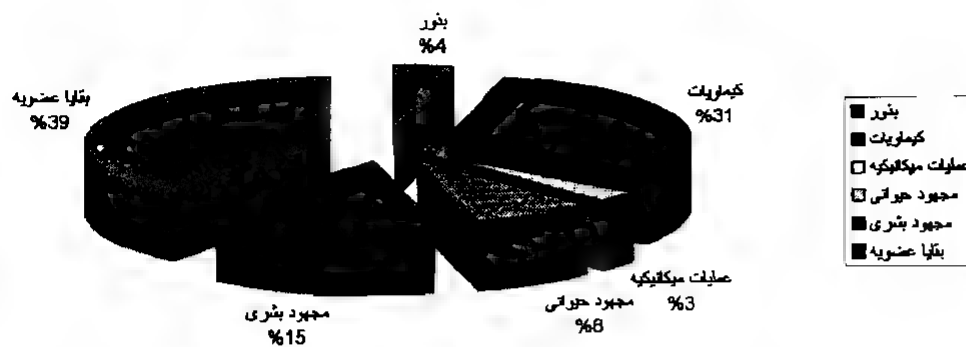
٤ ب - ٤

ميزان الطاقة لإنتاج القمح (رى بالطلمبة) ٢,١٦٩ مليون كيلو كالورى / فدان



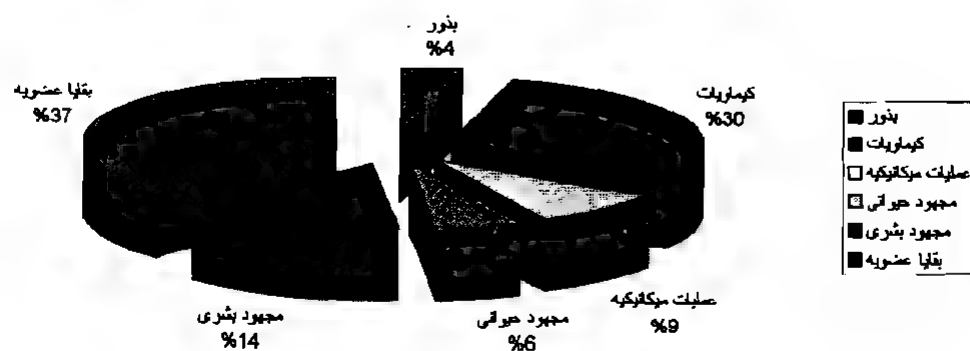
٤ ب - ٥

ميزان الطاقة لإنتاج الذرة (رى بالساقية) ٤,٦٨٥ مليون كيلو كالورى / فدان



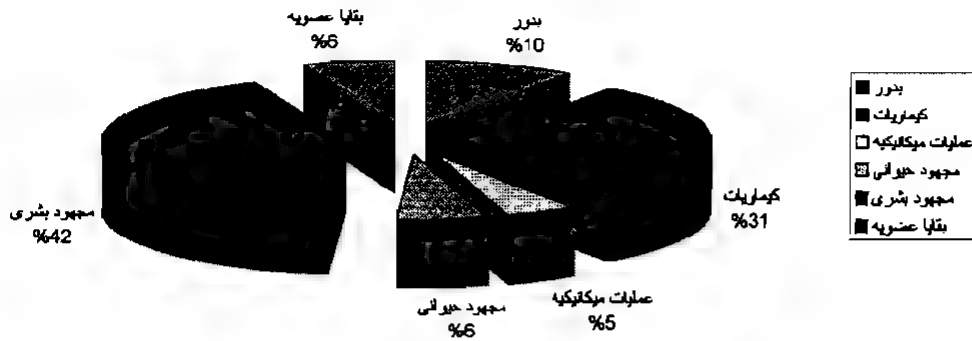
٤ ب - ٦

ميزان الطاقة لإنتاج الذرة (رى بالطلمبة) ٤,٦٨٥ مليون كيلو كالورى / فدان



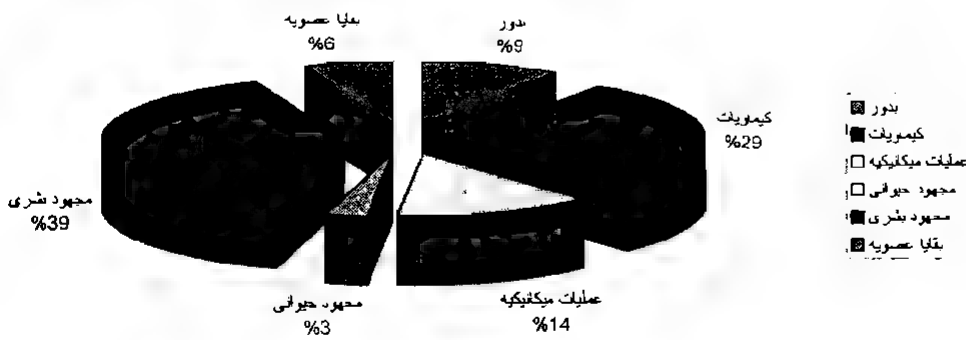
٤ ب - ٧

ميزان الطاقة لإنتاج القطن (رى بالساقية) ٣,٩٣٨ مليون كيلو كالورى / فدان



٤ ب - ٨

ميزان الطاقة لإنتاج القطن (رى بالطلبة) ٤,١٦ مليون كيلو كالورى / فدان



٤ ب - ٩

٤ - ج : الطاقة والسكان :

يوضح الشكل رقم (٤ - ج - ١) بياناً باستهلاكات الطاقة فى المباني الحديثة ، خلال فترة الشتاء ، وهى تلتخص فى :

- * المحركات الصغيرة المنزلية المختلفة وخلافها .
- * الإضاءة الداخلية والخارجية للمباني .
- * المصاعد .
- * إنتاج المياه الساخنة للمباني .
- * المبردات المركزية لتنظيم تكييف الهواء المركزى .
- * المضخات للمياه والمجارى .
- * وحدات التهوية المختلفة .

ويتضح من الرسم أن الإضاءة تمثل أكبر عبء فى الطاقة فى الشتاء مع المبردات والمصاعد .

يوضح شكل (٤ - ج - ٢) توزيع واستهلاكات الطاقة صيفاً ، حيث تبلغ الطاقة المستهلكة لإنتاج المياه الثلجة لتكييف الهواء حوالى ٣٥ ٪ من إجمالى الطاقة وتنخفض الإضاءة إلى ١٦ ٪ .

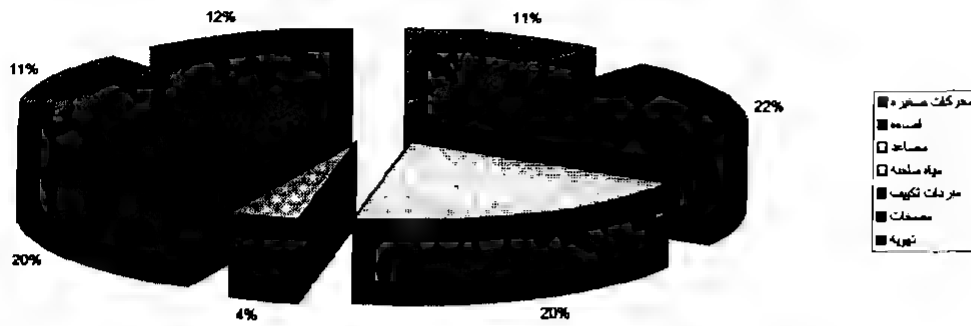
٤ - د : الطاقة والنقل :

يستهلك قطاع النقل جزءاً كبيراً من الطاقة القومية ؛ كى تتوفر خدمة النقل للمواطنين ، ومعظم قطاع النقل يستخدم محركات الاحتراق الداخلى فى السيارات الخاصة وسيارات النقل العامة بداخل المدن وأتوبيسات المدارس .

كذلك تستخدم وحدات النقل بالسكك الحديدية محركات الديزل والتوربينات الغازية . على حين تستخدم الطائرات محركات توربينية تحرق وقوداً سائلاً ذا مواصفات عالية الجودة .

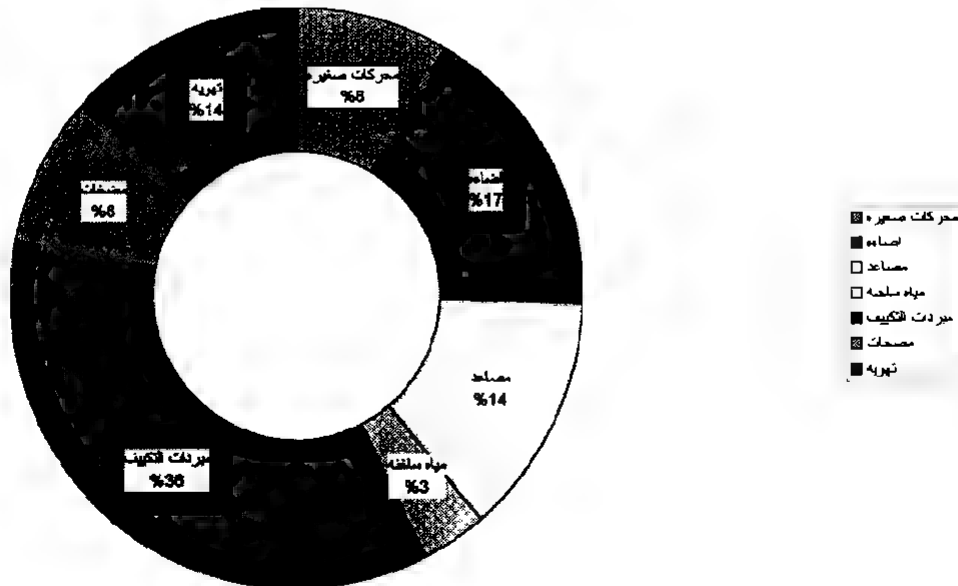
ويوضح شكل (٤ - د - ١) استهلاكات الطاقة فى النقل ، محسوبة على أساس كل راكب .

توزيع استهلاكات الطاقة في المباني الحديثة



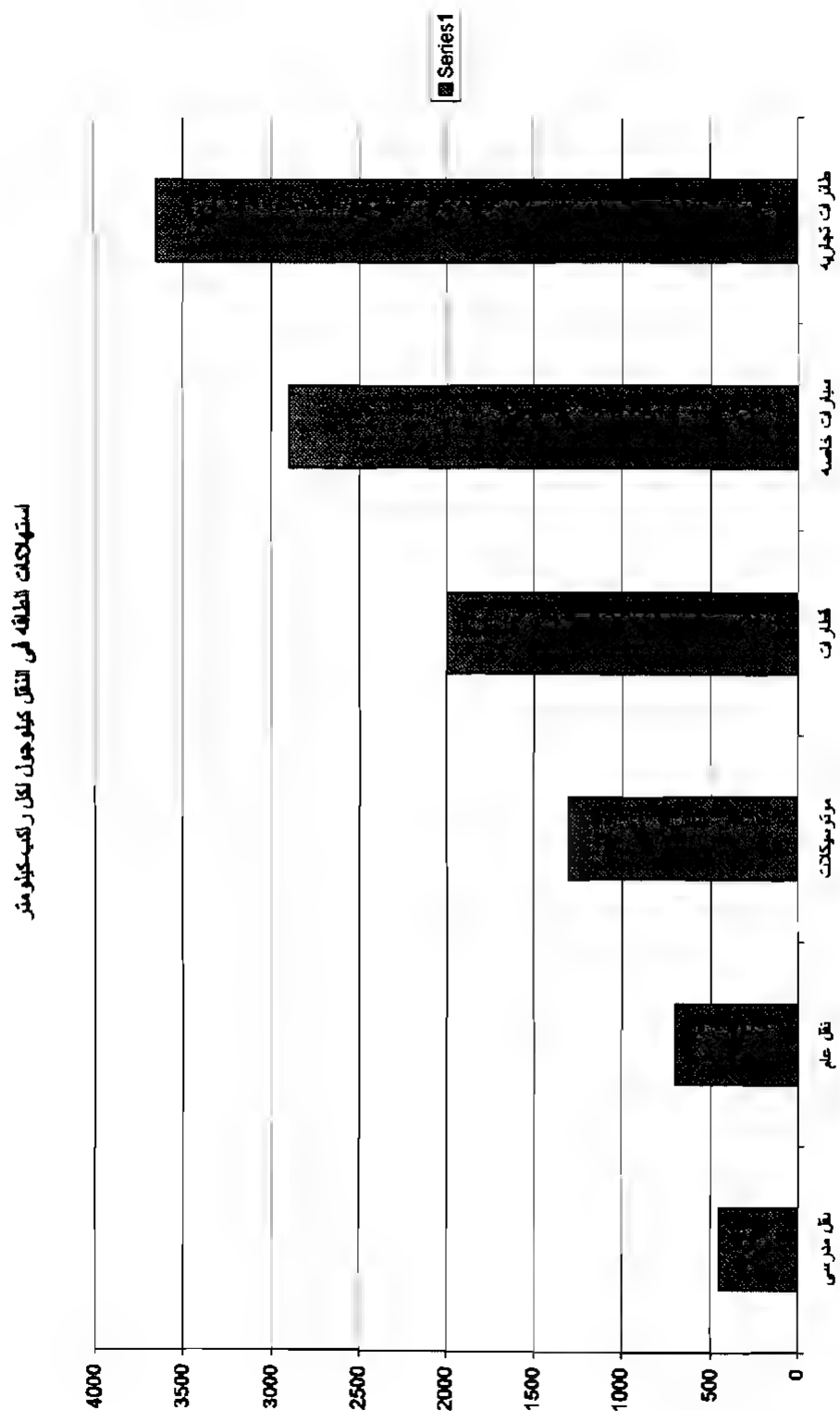
١ - ج - ٤

توزيع استهلاكات الطاقة في المباني الحديثة صيفا



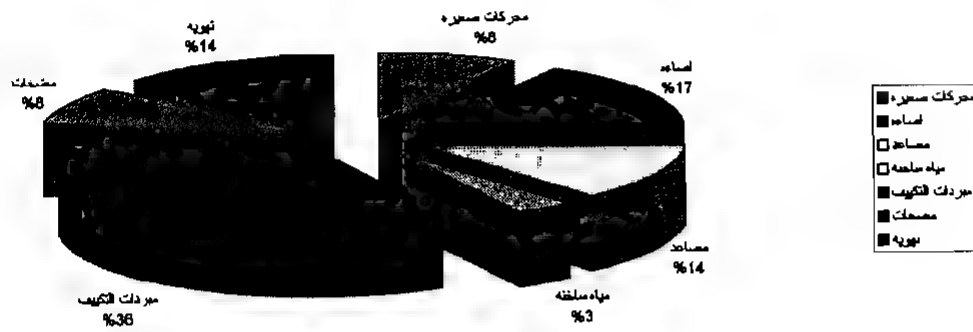
٢ - ج - ٤

استهلاكات الطاقة في النقل كيلوجول لكل راكب - كيلومتر



١ - د - ٤

توزيع استهلاكات الطاقة في المباني الحديثة صيفا



٤ - ج - ٢

الفصل الخامس

الطاقة وتلوث البيئة

٥ - تلوث البيئة :

يلقى موضوع تلوث البيئة اهتماما كبيرا بين جميع شعوب العالم نظراً لتأثيره السلبي على الصحة العامة والتغذية والظروف المعيشية المختلفة ومصادر التلوث متنوعة ، ويكفى إيجازها في النقاط التالية :

* احتراق الوقود في محطات القوى الحرارية .

* احتراق الوقود في وسائل النقل المختلفة .

* العمليات الصناعية .

* التخلص من النفايات الصلبة .

وعند الحديث عن ملوثات البيئة فقد استقر العلماء على تسمية الملوثات الأساسية للبيئة على النحو التالي :

(أ) الغبار .

(ب) أكاسيد الكبريت (الناتج من احتراق الكبريت الموجود بالوقود) .

(جـ) أكاسيد النيتروجين (الناتج من احتراق النتروجين) .

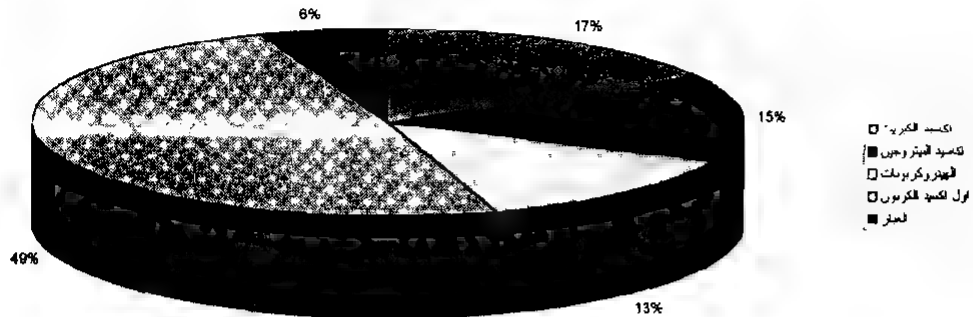
(د) الهيدروكربونات (الناتج من احتراق الوقود) .

(هـ) أول أكسيد الكربون (الناتج من احتراق الكربون بصورة غير كاملة) .

وفي دولة صناعية كبيرة مثل الولايات المتحدة تفيد الإحصائيات أن أول أكسيد الكربون يمثل ٦٢ ٪ مليون طن / عام على حين تمثل الهيدروكربونات ١٧ مليون طن ، وأكاسيد النتروجين ١٩ مليون طن كل عام أكاسيد الكبريت ٢١ مليون طن . وتبلغ القيمة الإجمالية للتلوث سنوياً ١٣٠ مليون طن متري من الملوثات طبقاً لإحصائية جهاز شئون البيئة الأمريكي عن عام ١٩٩٤ شكل (٥ - ١) ويمثل التلوث الناتج من المحطات الحرارية وإنتاج الطاقة بصفة عامة حوالى ١٠٠ مليون طن متري كل عام .

من هنا نرى أهمية الحد من تلوث البيئة الناتج من إنتاج واستهلاك الطاقة في المحطات التقليدية ووسائل النقل المختلفة .

عناصر التلوث الأساسية - ١٣٠ مليون طن / عام ١٩٩٤



شكل ٥ أ

الحد الأقصى لتواجد الملوثات في الهواء الجوى
(الولايات المتحدة الأمريكية)

الغبار	٨٠	ميكروجرام / متر ٣ (متوسط سنوى)
	١٥٠	ميكروجرام / متر ٣ (متوسط يومى)
أكاسيد الكبريت	٨٠	ميكروجرام / م ٣ (متوسط سنوى)
	٣٦٥	ميكروجرام / م ٣ (متوسط يومى)
أول أكسيد الكربون	٩,٠	مليجرام / م ٣ (متوسط ثمان ساعات)
أكاسيد النيتروجين	١٠٠	ميكروجرام / م ٣ (متوسط سنوى)
الرصاص	١,٥	ميكروجرام / م ٣ (متوسط ربع سنوى)

وفى عام ١٩٩٠ صدر تعديل لقانون الهواء النظيف Clean Air Act وينص على أنه بحلول عام ٢٠٠٠ يجب تخفيض معدلات التلوث من أكاسيد الكبريت

والنيتروجين إلى ٣٠ ٪ من قيمتها عام ١٩٩٠ دون استخدام وسائل مثبطة . وهذا يعنى بالضرورة تعديلات جوهرية فى تصميم المعدات والآلات المستخدمة فى إنتاج الطاقة الحرارية ، وفى وسائل النقل .

وغاز أول أكسيد كربون لا لون له ولا رائحة ، وهو غاز سام ، ينتج من عدم اكتمال الاحتراق فى الآلات الحرارية . وعند التسمم به يمر من خلال الرئتين إلى الدم حيث يتحد مع الهيموجلوبين ويمنعه من حمل الأكسجين من الرئة إلى خلايا الجسم . أما أكاسيد الكبريت فلها أضرار كبيرة على صحة الإنسان والخضر والمواد ، حيث تشير دراسات الأمراض المعدية إن ازدياد نسبة أكاسيد الكبريت تسبب فى ارتفاع معدل المرض ومعدل الوفاة ، حيث يؤثر استنشاق الأكاسيد على خلايا الرئتين ، ويسبب أمراض الرئة ، وصعوبة التنفس ، بالإضافة إلى أمراض الكلى ، والجهاز الحسى ، والأنيميا .

أما أكاسيد النيتروجين فتسبب فى أمراض القلب والتنفس ، وتدهور الكلى ، وسرطان البروستاتا .

ويؤثر الغبار والأتربة التى تنتج من توليد الطاقة وخاصة فى المحطات التى تستخدم الفحم على صحة الإنسان ، حيث تتسبب الأتربة ذات الأقطار أقل من واحد ميكرون فى تسمم الإنسان ، وتكلس الرئتين ، وهذه الأتربة الصغيرة تخترق دفاعات جسم الإنسان ، نظرا لصغر حجمها ، وتتركز فى المناطق الآهلة بالسكان حيث تنتج السيارات والشاحنات أكثر من ٩٠ ٪ من هذه الملوثات .

مصادر التلوث داخل المساكن

الملوث	المصدر	التأثير
أول أكسيد الكربون	المواقد - السخانات المنزلية	الصداع - الإغماءات
دخان السجائر والاسبستوس	التدخين - عزل المواسير - بلاط السقف الاصطناعى	الحساسية مرض ليجونير
أكاسيد النيتروجين	المواقد المنزلية - السخانات	الإغماءات
البنزين	المنظفات	يشك فى تسببه لمرض اللوكيميا

٥ ب: إنتاج الطاقة وتلوث البيئة:

إن استخدام مصادر الطاقة المتاحة ، وتطويرها لخدمة الإنسان في صورها المختلفة من إنتاج للطاقة الكهربائية والكيميائية والميكانيكية ، وبصورة كبيرة ومطردة خلال القرنين الماضيين ، مع عدم الاهتمام بصور التلوث البيئي المختلفة ، كان له أثره السلبي على المجتمع كله ، ويمكن تلخيص تأثير الطاقة على تلوث البيئة على النحو التالي :

يحدث تلوث الهواء الجوي نتيجة لضخ كميات كبيرة من عوادم آلات الاحتراق الداخلي في السيارات والمعدات الزراعية ومعدات النقل وإنتاج الطاقة في محطات القوى والأفران الصناعية ؛ حيث تحتوي هذه العوادم على غازات ثاني وأول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين وأكسيد الكبريت .

ويوضح الجدول التالي هذه المعدلات لمحطات قوى تقليدية ذات قدرة ١٠٠٠ ميجاوات .

كمية الوقود	غاز	Sulfur Kg/TOM	HG	NOx kg/ TOE	معدل التلوث طن/ عام	
١,٦ مليون طن	٢,٠٠	١٤,٠٧	٠,٢	٩,١	١٦٥٠٠٠	محطات تحرق الفحم
١,٦ مليون طن	٠,٣	١٣,٥	٠,٣	٩	٧٦٠٠٠	محطات تحرق وقوداً سائلاً
	٠,٩	٠,٢	-	٢١	٢٤٠٠٠	محطات تحرق وقوداً غازياً
	variable	أكاسيد كبريت ٠,٠١١		٧٢- ١١	٥٠٠٠٠	لورينات غازية

وتواجه محطات القوى التقليدية التي تستخدم الوقود الحفري بأنواعه مشاكل فنية للقضاء على النسب المرتفعة لتلوث البيئة ، وتعتمد في تخفيض هذه النسب إلى النسب المسموح بها ، والتي لا تؤذي الإنسان ، والمحددة من قبل أجهزة شئون البيئة بالدول المختلفة والأمم المتحدة على استخدام الأساليب التالية :

(أ) مراجعة التصميمات المستخدمة لمكونات محطات القوى ، والناجم عنها ملوثات. ومن خلال الدراسات العلمية أمكن تخفيض معدلات التلوث بتعديل أوضاع الحارق ، واستخدام تقنيات متطورة داخل أفران المراحل البخارية ، وغرف الاحتراق المختلفة ، والأفران .

(ب) تصميم أجهزة متطورة تضاف إلى المحطات والمعدات القائمة بهدف إزالة الملوثات بعد تكونها مثل : (الغسيل بالمياه ، وإضافة مواد كيميائية لتحليلها وتفكيكها ، واستخدام مرشحات خاصة) .

٢ - تلوث المياه:

وهذا التلوث ناتج من التخلص من بقايا المحطات الحرارية بدفعها إلى أقرب مجرى مائي ، وهي مخلفات في صورة مياه ذات ملوحة عالية أو ساخنة أو في صورة بخار ماء . فكل هذه الملوثات تغيير في الظروف البيئية للكائنات الحية بالأنهار والبحار ، وتؤثر سلباً على نمو هذه الكائنات وحياتها الطبيعية ، وهجرتها من موقع لآخر ، بالإضافة إلى أن هذه الملوثات تدخل بطريقة غير مباشرة في الغذاء الذي يتناوله الإنسان من خضراوات وفاكهة وغيرها .

ويوضح الجدول التالي معدلات التلوث البيئي الناتجة من محطات القوى الحرارية التقليدية ، طبقاً للتكنولوجيا المتاحة حالياً .

محطة تنتج ١٠٠٠ ميجاوات

معدل التلوث طن /	تلوث حراري	تلوث إشعاعي	تأثير بيولوجي	تلوث إشعاعي	
١٠٠٠٠	١٦٠	—	نعم	٥٠٠٠٠	محطات تحرق الفحم
٣٠٠٠ - ٦٠٠٠	٢٦٠	—	نعم	مهملاً	محطات تحرق وقوداً سائلاً
١٠٠٠	٢٦٠	—	نعم	—	محطات تحرق وقوداً غازياً
—	١٦٠	—	—	—	نورينات غازية

الفصل السادس

اقتصاديات الطاقة

لعلنا خلال رحلتنا من مصادر الطاقة المتنوعة إلى طرق تحويلها إلى طاقة مفيدة للإنسان في مراحل حياته المختلفة قد تعرضنا لعدة مواقف طرحت علينا بعض الأسئلة مثل لماذا تستخدم محطات تعمل بالبخار أو محطات تعمل بالديزل أو توربينات الغاز أو التوربينات المائية إلى آخره .

مع بداية ثورة التصنيع ، والحاجة الملحة إلى توافر مصدر للطاقة ، ودخول الطاقة كعنصر هام ومؤثر في تكلفة المنتجات المختلفة ، كما اتضح لنا من الفصل الرابع ، حيث تمثل الطاقة المشتراة نسبة كبيرة في إنتاج المحاصيل الزراعية ، مثلها مثل العديد من المنتجات الصناعية التي تتفاوت في نسبة تأثير مكون الطاقة على سعر المنتج .

وبالطبع فلا بد أن هناك مؤشرات واستدلالات وقواعد عامة تحكم اختيارنا لنظم تحويل الطاقة ولكل موقع ظروفه الخاصة التي تتحكم في الطريقة المثلى لإنتاج وتحويل الطاقة ويمكن إيجاز هذه العناصر فيما يلي :

١ - نوع الخدمات المطلوبة هل هي لتدعيم أحمال أساسية ، مثل تغذية المدن أو المناطق الصناعية أم أنها طاقة مطلوبة لمواجهة ظروف أوقات الذروة أم أنها طاقة احتياطية لمواجهة الطوارئ .

ومن المناسب هنا أن نطرح بعض الأسئلة التي تفيد القارئ في المتابعة مثل :

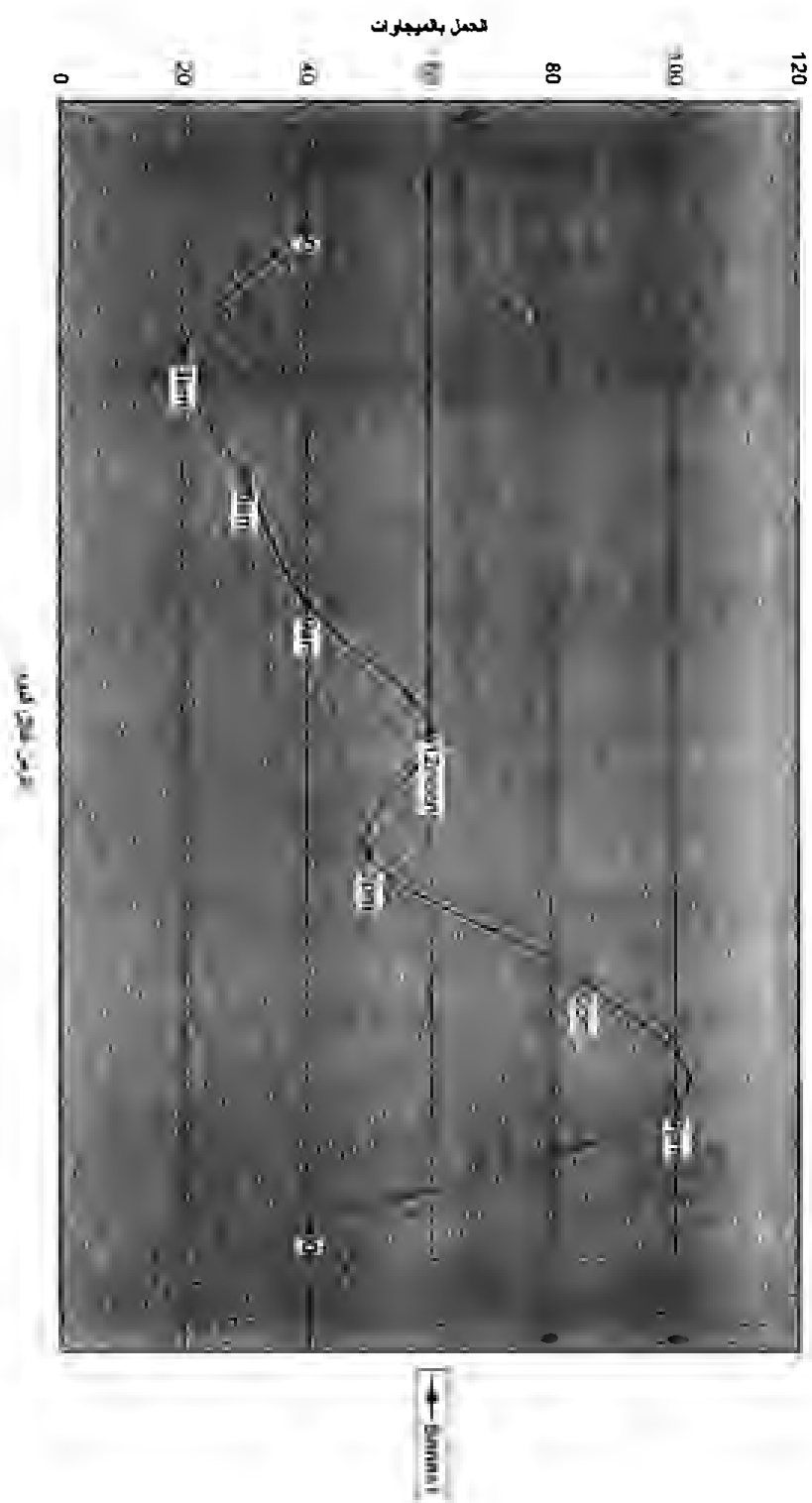
كيف تتغير الأحمال المطلوبة من محطة توليد قوى ويوضح ذلك شكل (٦ - أ) وفيه يمكن استنتاج حمل الذروة وهو أكبر حمل Peak Load (س) وكذلك الحمل المتوسط Average load (ص) ومعامل التحميل Load factor هو ناتج القسمة (س ÷ ص = ح) .

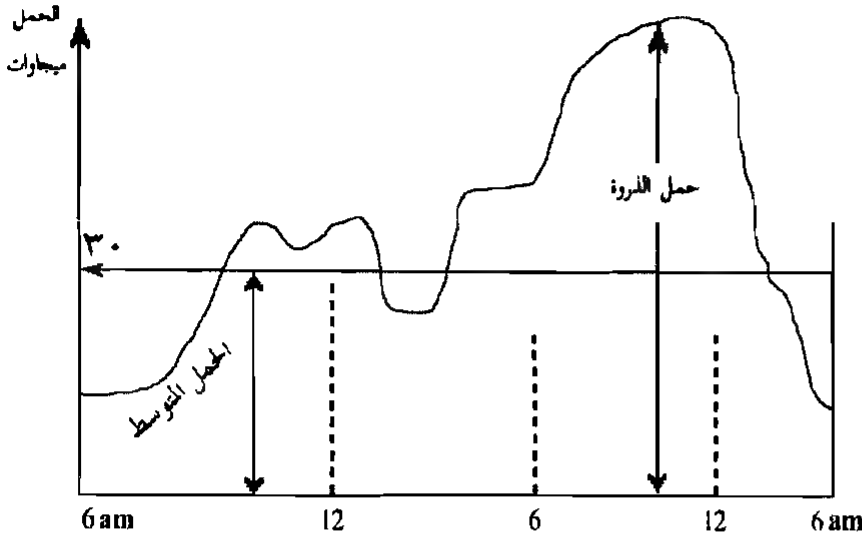
ولاختيار قدرة المحطة التي تلبى احتياجات الطاقة فإن :

معامل السعة Capacity factor (ع = س ÷ ز)

حيث ز هي قدرة المحطة .

ومعامل الاستخدام use factor = (ص ÷ ز)





شكل ١٦

- ٢ - موقع المحطة المقترح من مصادر المياه ومصادر الوقود .
- ٣ - المساحة المتاحة للمحطة .
- ٤ - الاعتمادية في التشغيل .
- ٥ - تكلفة إنتاج الكيلووات .
- ٦ - التكامل مع شبكة الكهرباء الرئيسية .

فمثلا لابد من اختيار محطة هيدروليكية بالقرب من مساقط المياه والمحطات الحرارية بالقرب من مصادر الوقود الحفري ، ومصادر مياه التبريد كالأنهار والبحار ، مثلما هو الحال في المحطات الحرارية في شبرا الخيمة على نهر النيل ، ومحطة السويس ، وأبو قير على سواحل البحر ، والمحطة المائية في أسوان والسد العالي .

ويجب أن لا ننسى أهمية تكلفة إنتاج الكيلووات في تحديد نوع المحطة وموقعها. وتنقسم عناصر تحديد تكلفة إنتاج الكهرباء إلى :

- ١ - تكلفة رأس المال : وهي تكلفة القرض المستخدم لشراء وتوريد وتركيب المحطة الحرارية وتشتمل على فوائد القروض والتأمين والإهلاك للمعدات ومرتببات الإدارة .

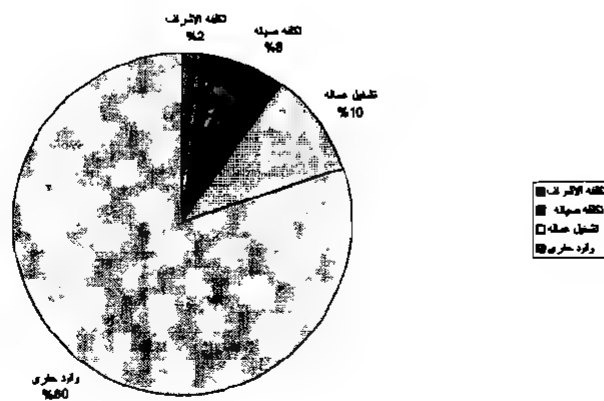
٢ - تكلفة التشغيل وتشتمل :

- (أ) تكلفة الوقود .
- (ب) تكلفة العمالة .
- (جـ) تكلفة الصيانة والخامات .
- (د) تكلفة الإشراف .

ويوضح شكل (٦ - ب) توزيع تكلفة عناصر التشغيل لمحطة حرارية تقليدية تعمل بالوقود الحفري ذات قدرة ١٠٠٠ ميغاوات .

النسبة	العنصر
٨٠٪	وقود
٩٠٪	عمالة
٨٪	صيانة
٢٪	إشراف

توزيع عناصر تكلفة التشغيل للمحطات الحرارية



٦ ب

الفصل السابع

ترشيد الطاقة كمصدر هام للطاقة

٧-١ رفع كفاءة إنتاج الطاقة :

عرفنا أن الحصول على الشغل الميكانيكى من الحرارة الطاقة يخضع لعدة قوانين وعلاقات ، وإن محاولات تحسين كفاءة تصميم معدات إنتاج الطاقة تعتمد بشكل كبير على الاقتراب من دورة كارنوت الحرارية ، وبالتالي الحصول على أكبر كمية من الشغل مع استخدام أقل كمية من الوقود ، وهذا الإجراء ما نسميه بتحسين كفاءة إنتاج الطاقة وهو بالضرورة يختلف عن ترشيد استخدام الطاقة بعد إنتاجها ويتم تطبيق أساليب الترشيد المتعددة فى المصانع ومواقع الإنتاج .

وتعتمد محاولات تحسين كفاءة إنتاج الطاقة على الاقتراب من الدورة الحرارية المثلى ، عند الظروف الحرارية المعينة مع الإقلال من الفاقد الحرارى وتخفيضه إلى الحد الأمثل ، وذلك من خلال المعادلة التالية :

الشغل الميكانيكى = كمية الطاقة الحرارية المضافة خلال الدورة - كمية الطاقة الحرارية المفقودة

$$W = Q_A - Q_R \quad \text{أي إن}$$

$$\text{ش} = \text{ح} - \text{ح} \quad \text{ش : حيث}$$

$$\text{ح} = \text{حرارة مضافة}$$

$$\text{ح} = \text{حرارة مطرودة}$$

$$\text{وتكون الكفاءة الحرارية للدورة ك} = (\text{ش} \div \text{ح}) \text{ أو } (\text{ح} - \text{ح}) \div \text{ح}$$

$$\text{ك} = 1 - (\text{ح} \div \text{ح})$$

وعلى مدى القرن الماضى والحالى ، حاول العلماء رفع قيمة الكفاءة الحرارية لإنتاج الشغل (الاستغلال الأمثل للطاقة الحرارية المضافة) عن طريق :

أولاً: محطات الطاقة الحرارية التي تعمل بدوران البخار :

أ - استخدام دورات حرارية بخارية ذات إعادة تسخين Reheat cycles .

ب - استخدام دورات حرارية بخارية ذات مسخات مياه التغذية .

Regenerative cycles with feed water Heaters.

ج - استخدام الدورات الحرارية المركبة Combined Power Cycles .

وخلافه من الدورات الحرارية المتطورة والتي رفعت الكفاءة الحرارية للدورة من

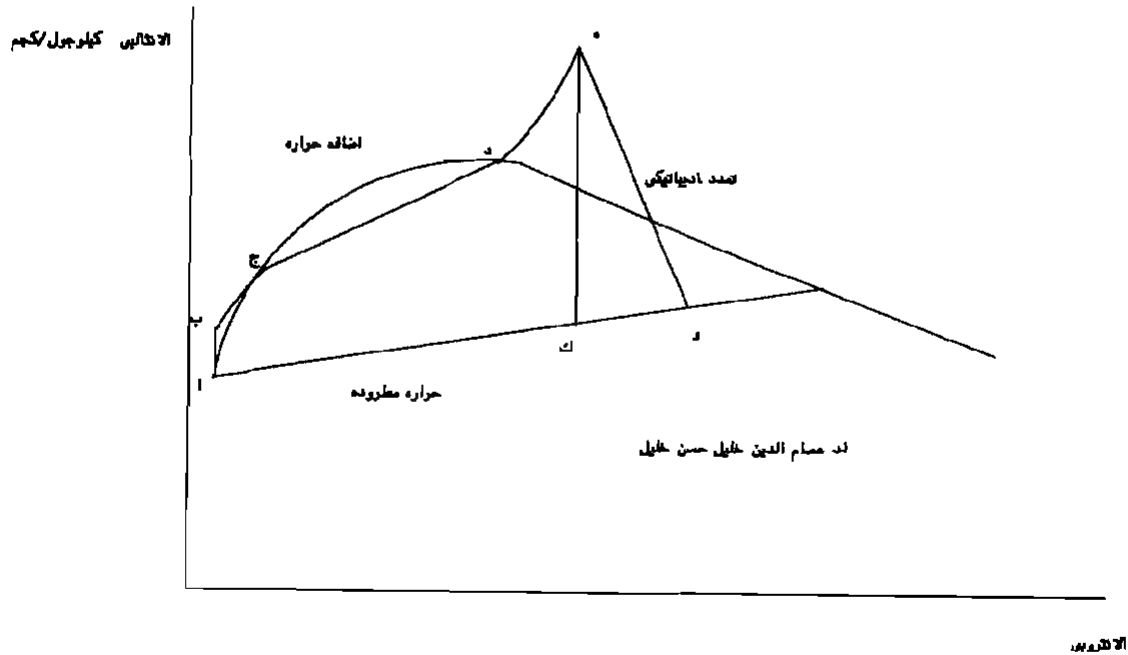
٢٥ ٪ إلى ٤٥ ٪ تقريباً انظر شكل (٧ - ١) .

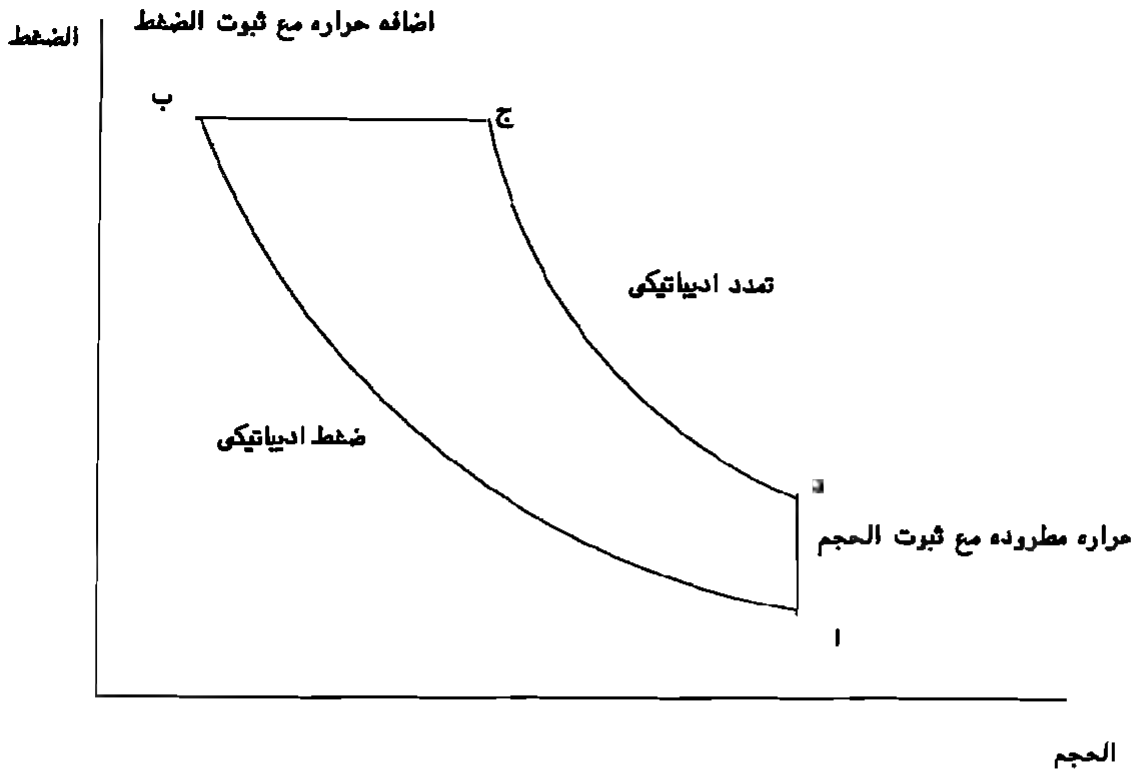
وهذا يعنى أنه لإنتاج وحدة طاقة فى صورة شغل مفيد ، لابد من بذل ما يزيد عن ضعف هذه الكمية من الطاقة الحرارية أو فى صورة أخرى لابد من احتراق وقود فى مرجل المحطة الحرارية .

لإنتاج الكيلووات من الكهرباء فلا بد من احتراق ما يوازي ٢,٢ كيلووات حرارة من الوقود .

ثانياً: آلات الاحتراق الداخلى والتوربينات الغازية :

وتستخدم هذه الآلات الحرارية دورات حرارية من نوع آخر حيث يكون وسيط الدورة هو الهواء وخليطاً من الوقود السائل المتبخر أو الوقود الغازى داخل غرفة احتراق داخلى فى دورة رباعية لإجراء مثل دورة الديزل حيث يتم ضغط الهواء داخل حيز غرفة الاحتراق الديناميكي لرفع درجة حرارية ثم إضافة الوقود عند ثبوت الضغط والسماح بتمدد الخليط لإضافة الحرارة ثم خلال إجراء التمدد الأديباتيكي وبذل الشغل ثم طرد الحرارة عند ثبوت الحجم وهكذا انظر شكل (٧ - ٢) .





شكل ٧ - ٢

٧ - ٢ أهمية الترشيد :

من المفيد هنا تعريف منظومة كلمة الترشيد بأنها تعنى اتخاذ القرار ، أو الفعل المسبب منطقيا ، ولا تعنى مجرد التوفير اقتصاديا ، بل تتضمنه بالضرورة ؛ أى إن ترشيد استخدام الطاقة هو منع إهدارها أو استنزافها ، ويدعم هذا المنع استخدامها بكفاءة عالية واختيار أنسب المصادر لجميع القطاعات الخدمية الإنتاجية .

ولترشيد استهلاك الطاقة فى أى من القطاعات المستهلكة لها فإن هذا الأمر يقتضى أولا دراسة الحالة للقطاع المستهلك لتحديد حجم المشكلة والأسلوب الأمثل لتطبيق نظم الترشيد . وكما سبق أن ذكرنا فإن هناك مصادر أساسية (أولية) للطاقة ، وأخرى ثانوية كما يلى :

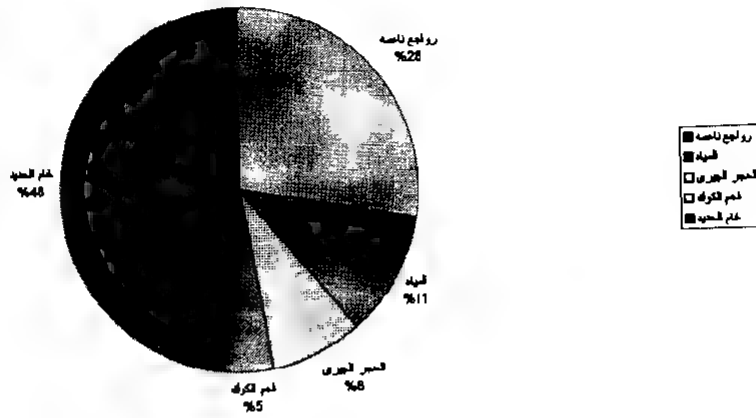
المصادر الأولية : الوقود بأنواعه .

المصادر الثانوية : الكهرباء ، الهواء المضغوط ، البخار ، المياه الساخنة .

وهكذا ، فإن دراسة الحالة هى المدخل السليم للترشيد ، حيث تتم دراسة ائزان المواد المستخدمة فى العملية ، وتلك الناتجة منها ، وائزان الطاقة المضافة (المشتراة) للعملية الإنتاجية وتلك الخارجة مع نواتج العملية . ويمكننا ضرب بعض الأمثلة للتدليل . فمثلا فى قطاع إنتاج الصلب يتم أولا تحويل الخام إلى ليبد فى أفران كبيرة ، ويتم إضافة الخام ، وفحم الكوك ، مع الحجر الجيري والمياه ، ويتم تليبد

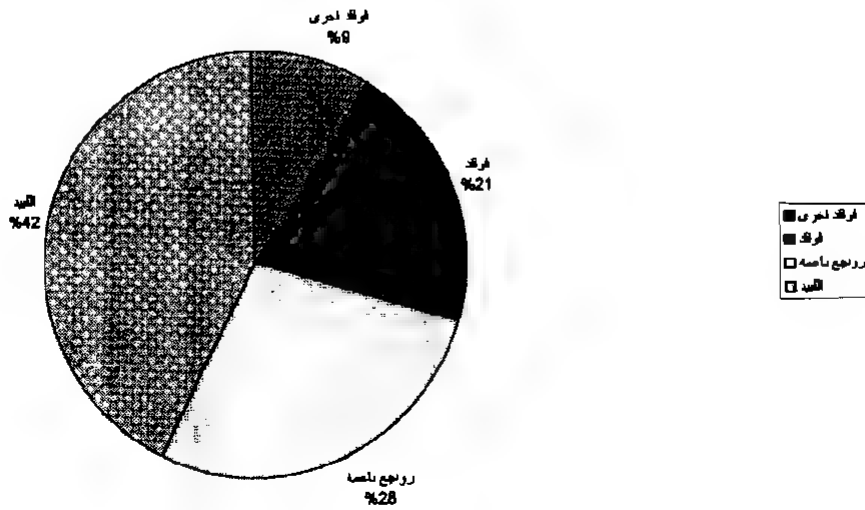
الخام إلى منتج أكثر خشونة وتماسكا يطلق عليه اللييد . ومع اللييد تخرج بعض المواد الناعمة التي لا يقبلها الفرن العالى ، فتعود مرة أخرى إلى ماكينة التلييد وهكذا، ويوضح شكل (٧ - ٣) اتزان المواد الداخلة لعملية التلييد وكذلك اتزان المواد المنتجة من ذات العملية شكل (٧ - ٣ ب) .

اتزان المواد الداخلة إلى إنتاج اللييد فى صناعة الحديد



٧ - ٣

اتزان المواد الناتجة من التلييد



٧ - ٣ ب

أما ائزان الطاقة فيوضحه شكل (٧ - ٤) ومنه يتبين أن فحم الكوك يمثل حوالى ٦٨ ٪ من مصدر الطاقة ، بينما يحتوى اللييد المنتج على ٢٣,٥ ٪ من الطاقة الإجمالية المضافة .

وفى مثال آخر ، يوضح شكل (٧ - ٥) ائزان المواد فى عملية إنتاج الحديد فى الأفران العالية حيث يتضح أن اللييد يمثل ٣٦,٥ ٪ بالوزن من المدخلات ، بينما الهواء اللافح يمثل ٤٨,٢ ٪ .

وبالمثل يوضح شكل (٧ - ٦) الموازنة الحرارية للفرن العالى ويتبين أنه لإنتاج طن واحد من الحديد يتطلب طاقة حوالى ٢٠ مليون كيلوات من الطاقة الحرارية تعادل ٥٠٠ كجم فحم لكل طن .

وتتعدد طرق الترشيد وتنوع وفقا لتقنيات استخدام الطاقة وحجم هذا الاستخدام ومدته ومدى تأثير مكون الطاقة على المنظومة العامة العامة فى مجال الترشيد يهتم رجال الاقتصاد والصناعة بما يلى :

١ - ترشيد استخدام مصادر الطاقة على النحو التالى :

* تعظيم الفائدة من المصادر وعدم استنزافها لتحقيق أى فوائد أقل من القيم المثلى مثل تحسين كفاءة احتراق الوقود للتسخين وكفاءة انتقال الحرارة من الأسطح .

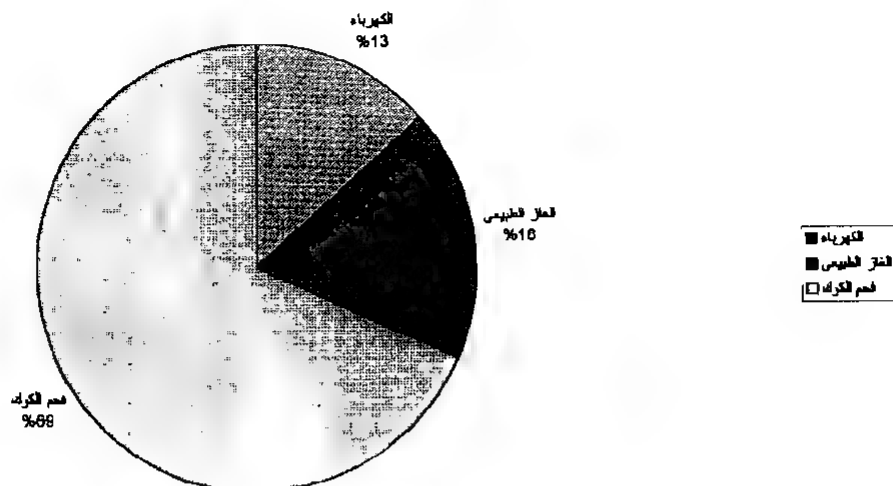
* استخدام أرخص مصادر الطاقة المتاحة مع الحصول على أكبر كفاءة حرارية من المنظومة .

* استخدام المصادر البترولية فى صناعات إنتاجية ذات عائد أكبر من احتراقها فى الأفران والأقل تلوثا للبيئة إذا كان ذلك متاحاً . (الغاز الطبيعى فى الصناعات البتروكيميائية) .

٢ - ترشيد نظم تحويل الطاقة وذلك بتحسين كفاءة إنتاج الصاقة فى المحطات والمحركات المختلفة كما سبق الإشارة إليه .

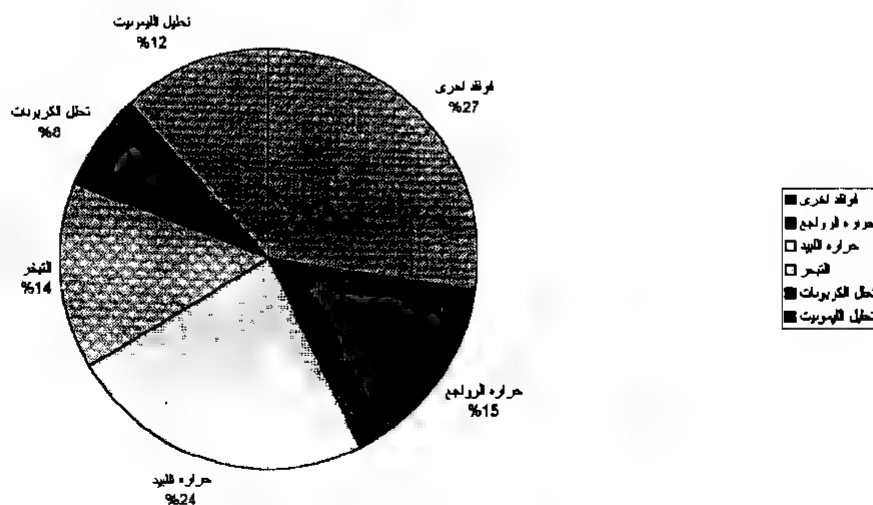
٣ - ترشيد نقل وتوزيع الطاقة مما يعنى استخدام خطوط نقل القوى والكابلات ذات كفاءة نقل عالية برفع جهد الشبكات الكهربائية واستخدام المقطع المناسب الكابلات .

اتزان الطاقة المستخدمة لإنتاج الليبد في صناعات الحديد



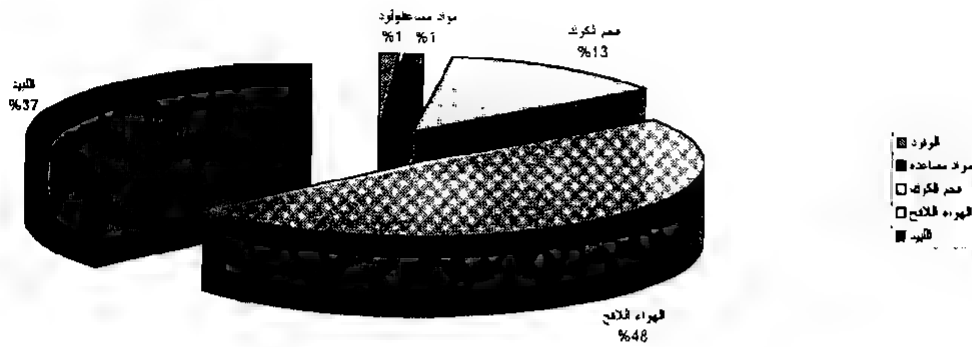
شكل ٧ - ١٤

اتزان الطاقة للمخرجات الناتجة من عملية التليد



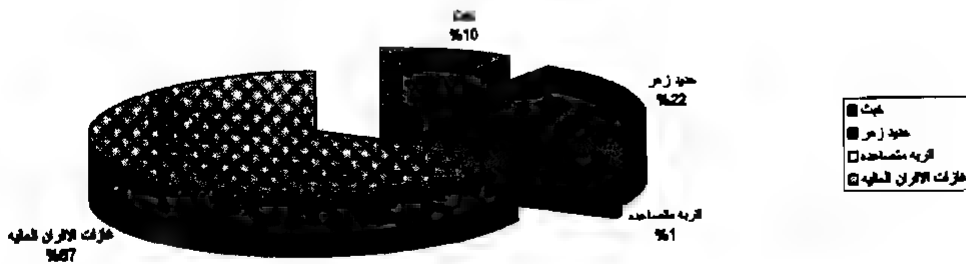
شكل ٧ - ٤ ب

اتزان المواد المستخدمة فى القرن العالى لإنتاج الحديد



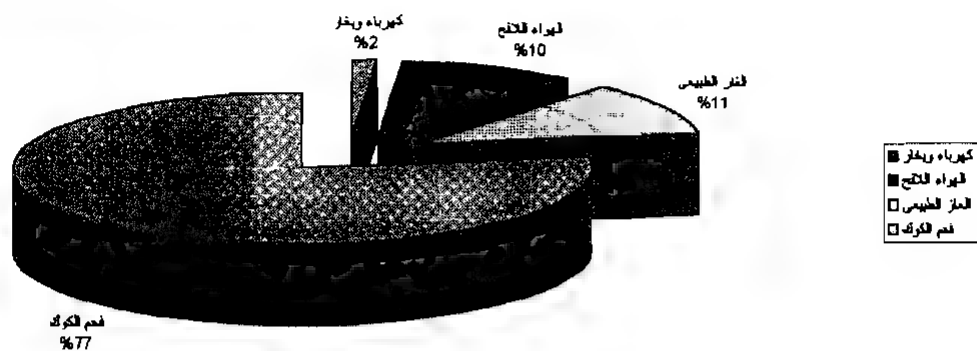
شكل ٧- ١٥

اتزان المواد مخرجات القرن العالى



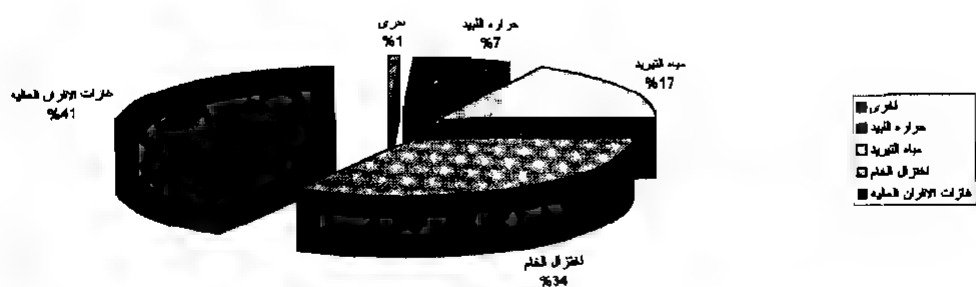
شكل ٧- ٥ ب

اتزان الطاقة المستخدمة في الفرن العالي



شكل ٧ - ١٦

اتزان الطاقة للمخرجات الناتجة من الفرن العالي



شكل ٧ - ٦ ب

ويعنى كذلك ترشيد الطاقة فى نقل الوقود السائل فى خطوط الأنابيب والناقلات النهرية والسكك الحديدية واستخدام الوسائل المثلى للنقل .

٤ - ترشيد استخدام الطاقة وهذا النوع مهم جداً لأنه يمس عديداً من المواطنين ويتطلب على المستوى الشخصى عدم استخدام الإضاءة فى ضوء النهار أو فى المساء دون داع ، وعدم تسخين المياه بالمسخنات الكهربائية ويفضل الاستخدام المباشر لمصادر الطاقة (الوقود السائل والغازى مثلاً) للتسخين .

٥ - استرجاع طاقة العادم : من معرفتنا السابقة بأسس الديناميكا الحرارية ، وتحويل الطاقة وتطويرها ، لمسنا أنه لابد للحصول على شغل مفيد من إضافة طاقة حرارية ، وطردها طاقة حرارية . ولكى يتم طرد أى طاقة حرارية من أى جسم ، لابد أن تكون درجة حرارته أعلى مما حوله . وبالتالي ، فإن جميع وحدات وأنظمة إنتاج الطاقة التقليدية ، تطرد طاقة حرارية محسوسة إلى الهواء الجوى أو إلى المياه . وتمثل هذه الطاقة المطردة نسبة كبيرة من الطاقة المضافة ولتحسين كفاءة الإنتاج يحاول العلماء إنقاص هذا الفقد ، بتخفيض درجة حرارة العادم وحالته بالاستفادة من طاقة هذا العادم فى مسخنات ثانوية مختلفة .

٧ - ٣ الطرق التقليدية للترشيد

هناك مبادئ عامة لترشيد الطاقة فى القطاعات المختلفة يمكن لنا إيجازها فى النقاط التالية :

* رفع كفاءة وحدات إنتاج الطاقة ومنظومات الطاقة المختلفة ويكون ذلك بتشغيل الوحدات عند القيم الأصلية للتصميم وتقليل الفواقد من الاحتكاك والخنق وضبط نسب الوقود والهواء فى عمليات الاحتراق وتسخين هواء الاحتراق باستخدام جزء طاقة العادم . بالإضافة إلى تحسين كفاءة العزل الحرارى وتحسين كفاءة عمل أسطح انتقال الحرارة فى مراحل البخار والمبادلات الحرارية . ومن المؤكد أن استخدام وسائل فعالة ومتطورة لنظم التحكم تؤدي إلى ترشيد الطاقة ورفع كفاءة عمل وحدات إنتاج الطاقة . وفى مجال المنظومات الأخرى نرى أن استخدام مكثفات تحسين معامل القدرة فى مصابيح الفلوريسنت المستخدمة بكثرة فى القطاعات المختلفة يعظم الاستفادة من الطاقة المستهلكة .

* ترشيد استخدام المعدات :

من حيث استخدام نوعيات من المعدات ذات كفاءة استخدام أعلى مثل الآلات الدوارة بدلا من الترددية والمحركات الكهربائية متغيرة السرعة لإدارة المضخات والمراوح طبقا للاحتياج . ودراسة دورات التشغيل والإيقاف والبعد عن التحميل الجزئ للمعدات .

* منع تسرب المادة والطاقة :

مثل منع تسرب بخار الماء المضغوط من الوصلات ومحابس التحكم والمصايد ومنع تسرب المياه والهواء المضغوط الغازات والوقود من الخطوط الحاملة لها . وتوفير أجهزة الحماية اللازمة وقواطع التيار بالسعات المناسبة .

* تطوير التقنيات المستخدمة :

ويكون ذلك بطريقة دورية لمراجعة النظم القائمة وأواجه التقدم التكنولوجى وتطوير تطبيقات التقنيات الحديثة والأقل استخداما للطاقة والاستفادة من العوادم سواء المواد أو الغازات واستخدام معدات سهلة الصيانة وقليلة الأعطال .

* استخدام البدائل الرخيصة للطاقة :

مثل استخدام الطاقات الجديدة والمتجددة واستخدام الإضاءة الطبيعية ، كلما أمكن ذلك واستغلال الطاقات المتاحة فى المخففات الزراعية والغاز الحيوى ، بالإضافة لاستغلال الطاقة المائية .

الفصل الثامن

النظام المحاسبي للطاقة

مع ارتفاع أسعار المصادر الأولية للطاقة ، وتكاليف تحويلها إلى صورها المختلفة ، فإن أسعار العديد من المنتجات قد ارتفع بصورة كبيرة ، وخاصة تلك المنتجات التي تمثل الطاقة أحد المكونات الأساسية لها مثل صناعات الألومنيوم ، والحديد ، والنحاس وغيرها كما أصبحت أسعار الطاقة الأولية مرتفعة وتمثل عبثا حقيقيا على الموازنة العامة ، وخاصة مع قرب نضوب مخزون البترول في عديد من دول العالم . وأصبح من المحتتم أن يلتزم الإنسان بحسن إدارة الطاقة ، ووضع نظام محاسبي لها ENERGY AUDITING يتيح لإدارة الوحدة الإنتاجية متابعة استخدام الطاقة ، وكفاءة هذا الاستخدام وإمكانية أي ترشيد أو تقليل للفاقد ، بهدف خفض السعر النهائي للمنتج .

ولتحقيق ذلك فإن إدارة الطاقة تضع نظاماً محددا للمراقبة والمتابعة ، وبمقارنة الاستهلاكات اليومية والشهرية والسنوية للطاقة لكل قطاع أو لكل مرحلة إنتاجية مع القيم التصميمية من ناحية ، ومع الأنماط العالمية السائدة في ذلك الوقت . وليس أدل على ذلك من أن معدل استهلاك فحم الكوك في صناعة الحديد والصلب كان في الماضي يربو على ٦٠٠ كجم لكل طن حديد منتج ، أمكن خفضه باستخدام التقنيات الحديثة لأقل من ٤٠٠ كجم / طن . وهذه المقارنة داخل كل وحدة إنتاجية مع القيم التصميمية ، تؤدي إلى اتخاذ الإجراءات المناسبة لاسترجاع القيم التصميمية بفحص المعدات ، وتلافى أسباب القصور . أما مقارنة الاستهلاكات الفعلية مع الأنماط العالمية فسوف تؤدي بالفعل إلى اتخاذ إجراءات فنية ، لتطوير النظام القائم وتحسين أدائه .

وتنشئ الوحدات الإنتاجية والمصانع وحدات للبحوث والتطوير مسعولة عن تطوير المنتج وتحسين كفاءة عملة وتخفيض سعره ، وسعر مكون الطاقة . كما تنشئ إدارات خاصة للطاقة تكون وظيفتها تنفيذ النظام المحاسبي وإعداد بيانات وإحصائيات شهرية توضح استخدام الطاقة لكل قطاع ووحدة إنتاج ومقارنتها مع القيم التصميمية وتحليلها من آن لآخر ، في ضوء الأنماط العالمية لإحكام الرقابة على كفاءة الأداء ومتابعة البرامج والصيانات الدورية والوقائية ، وبرامج الإحلال والتجديد للمعدات ، لمواكبة التقدم العالمي .

وتقوم إدارات الطاقة في المعتاد بما يلي :

- * إعداد مخططات الحركة ومدخلات ومخرجات كل من العمليات والإجراءات الأساسية ، الداخلة فى خطوط الإنتاج والخدمات .
- * حصر جميع استهلاكات الطاقة فى القطاعات المختلفة بمعدلات شهرية ، بناء على القياسات والتجارب والتحليل .
- * إعداد الموازنات العامة والطاقة لكل إجراء أو معدة مع تدقيق قيم الاستهلاكات ، عن طريق مراجعة قياسات الأجهزة ، والتأكد من معايرتها باستمرار .
- * حصر المعدات والوحدات التى تولد الطاقة وقدرتها وكفاءة عملها .
- * حصر المعدات التى تستهلك الطاقة ، وأنواع هذه الطاقة وقدرة المعدات وكفاءة عملها .
- * مراجعة برامج الصيانة وتحديد ما يجب اتباعه من إجراءات لتحقيق الوفرة المنشود فى الطاقة والميزانية ، وبالتالي مكون الطاقة فى السعر النهائى للمنتج .
- * مراجعة نتائج المقارنات والإجراءات المختلفة للترشيد وتخطيط الصيانة وتعديل تتابع المنظومات والعمليات بما يحقق أكبر قدر من الوفرة فى الطاقة ومنع التسرب الحرارى بأنواعه ، وتحسين كفاءة العزل الحرارى .

الفصل التاسع

الطاقات البديلة

تتجه الأنظار الآن إلى استخدام وتطبيق أنسب التقنيات الحديثة التي تحسن من كفاءة استخدام مصادر الطاقة ، ورفع كفاءة التحويل مع استخدام البدائل الاقتصادية ، المتاحة .

ويمكن تقسيم هذه الاتجاهات إلى :

١ - استخلاص واستخراج الوقود من مصادره :

- * استخدام وسائل تحسين كفاءة استخلاص البترول والغاز الطبيعي .
- * استخدام بعض التفجيرات النووية المحدودة لزيادة معدلات إنتاج البترول والغاز المصاحب .
- * استخدام الرمال المشبعة بالقار .

٢ - تحويل الطاقة إلى كهرباء :

- * توربينات الغاز المتقدمة .
- * استخدام وسائط انتقال حرارة جديدة .
- * تطبيقات الهيدروديناميكا المغناطيسية .
- * خلايا الوقود .
- * الاحتراق في المهد المميعة .

٣ - تحويل الوقود إلى صور أخرى :

- * مثل تسيل الوقود الصلب (الفحم) .
- * تغييز الوقود الصلب .
- * إنتاج واستخدام الأيدروجين .
- * تخزين الكهرباء في البطاريات .

الفصل العاشر

توجهات مستقبلية

مقدمة :

إن التنمية الحقيقية الشاملة تعنى الاهتمام والاستفادة القصوى من جميع المصادر المتاحة ومستقبل الطاقة هو موضوع جديد قديم . جديد بمعنى معاصرة الحملة العالمية للترشيد وتعظيم الاستفادة وجدته النسبية على مستوى الانشغال اليومي والمكان البارز فى خريطة الأولويات الإنمائية القومية والعالمية ، وقديم على مستوى المفهوم العام والرؤية الاستراتيجية لتنمية مصادر الطاقة . وتناول الموضوع بشقيه الجديد القديم يثير مشكلة مفهومية - شديدة الحساسية - وهى تناول الموضوع - الجديد - البراق ، كأحد موضوعات الساعة باعتباره امتداداً لواقع وجهد قديم متصل ومتواصل لعلماء ومبتكرين .

وفى مجال التوجهات المستقبلية ، نجد أن هناك عدة محاور يمكن استنباطها مما سبق عرضه وسرده خلال صفحات هذا الكتاب وغيره وهى تشكل فى مجموعها طرحاً فنياً هندسياً بيئياً تكنولوجياً يجمع بين التساؤلات والتحفظات وبين المفاهيم والمقترحات فى بنية مرنة ومفتوحة النهاية تسمح بإعادة الصياغة والتطوير والإضافة :

* نحو خروج عن مفهوم الطاقة التقليدية .

* التنمية والطاقة والبيئة .

* الطاقات الجديدة والمتجددة .

* توصيات ترشيد الطاقة .

* استعادة التوازن البيئى .

ويهمنا فى هذا المقام التأكيد على أهمية تطوير مفاهيم الطاقة بصفة عامة ، ونوجز من هذه الاتجاهات ما يلى :

* تطبيق المفاهيم الحديثة لاستخدام الطاقة وترشيدها وعدم استخدام الطاقة الكهربائية فى التسخين المباشر إلا فى أضيق الحدود واعتبارات حماية البيئة من التلوث .

* التأكيد على أهمية إنشاء وتدعيم إدارات للطاقة فى القطاعات المستهلكة والمنتجة للطاقة .

* استخدام الأساليب الحديثة فى إنتاج الطاقة .

* الاستفادة القصوى من مصادر الطاقة التقليدية .

والقضية الثانية هنا هي الطاقة والبيئة : ثنائية مستحيلة ؟ طرح وتساؤل ! إن الموازنة بين متطلبات التنمية من الطاقة كمطلب أساسى وضرورى ومشروع لمواجهة الطلب المتزايد للبشر واحتياجاتهم - وبين عدم الإضرار بالبيئة - باعتبارها المصدر المتجدد للثروات الأساسية ، ما زالت هي القضية الدائمة التى لم تحسم بعد . فما زال تحقيق التنمية يتطلب فى كثير من الأحيان الجور على البيئة ، ولعل أخطر ما فى الأمر أن كل ما يحصل عليه جيل اليوم يدفع أبناء هذا الجيل أكثر من ٦٠ ٪ من ثمنه . وفى هذا المجال فإن تشديد عقوبات وتجريم تلوث البيئة من جراء إنتاج أو استخدام الطاقة مع برامج التوعية والإعلام المستمر هى الحل المثالى لهذه الثنائية .

والقضية الثالثة هى الطاقة الجديدة والمتجددة التى يمكن أن تعتمد عليها المجتمعات العمرانية الجديدة اعتمادا رئيسيا كمصدر للطاقة . وتتمثل مصادر الطاقة المتجددة فى الأشعة الشمسية والرياح وطاقة الغاز الحيوى ، كما سبق ذكره تفصيلاً فى فصول الكتاب .

ويجب أن يكون التفكير فى الاستخدام عقلانيا دون الدخول فى تطبيقات تجريبية لتكنولوجيات ناشئة مكانها معامل الأبحاث ، مع التركيز على تكييف عمل نظم الطاقة الجديدة والمتجددة لتعمل بالاكتماء الذاتى Stand Alone Systems .

ويهمنا كذلك أن يدرك متخذ القرار أن ترشيد الطاقة هو إحدى الوسائل الفعالة لتحجيم الفواقد وتعظيم الاستفادة من العادم .

إن فكرة التنمية القائمة على زيادة قدرات توليد الطاقة والتوسع فى الاستخدام لابد أن تقترن مباشرة بالأساليب التقنية لحماية البيئة من التلوث .

1. Flow, Mixing & heat Transfer in Furnaces, Khalil, Editor, Pergamon Press, U.K. 1978.
2. Heat, Fluid Flow in Power System Components, Rizk, Editor, Pergamon Press, U.K., 1979.
3. Energy & Environment, UNESCO & Pergamon Press, 1979.
4. Selected Topics In Environmental Management, UNESCO, 1996.
5. Design of Solar Thermal Systems, El Sayed, M.E. et al, Scientific Publishing Center, King Abdel Aziz University, and Jeddah. 1994.
6. Energy for Rural Development, National Academy of Sciences, Washington, D.C. USA, 1976.
7. Modelling of Furnaces & Combustors, Khalil, E.E., Abacus Press, U.K., 1983.
8. Power Plant Design, Khalil, E.E., Gordon & Breach, USA, 1991.
9. Energy Analysis in Irrigated Agriculture, A Case Study, Khalil, E.E., J. Egyptian Society of Engineers, Vol. 27, pp. 35-42, 1988.
10. Metallic Efficiency or Yield and Energy Consumption in Iron & Steel Industry. ElMaghraby et al, Bulletin, Faculty of Engineering, Cairo University, Vol. 4, pp. 191-208. 1983.
11. Exploring Energy, Smith, H.B. The Goodheart-Wilcox Company Inc., USA, 1991.
12. Energy, Aubrecht II, G.J., Merrill Publishing Company, USA, 1991.
13. Energy, Hinrichs, R.A. Saunders College Publishing, USA, 1993.
14. Energy Rationalization, Ibrahim, A.A., FRCU report, Ministry of Education, Egypt, 1986.

رقم الإيداع ٩٩/٢٩٣٧

ISBN : 977-281-089-1

مطابع الدار الهندسية